COMPTE RENDU

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 3 JUIN 1861.

PRÉSIDENCE DE M. MILNE EDWARDS.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

PHYSIQUE. — *Sur les courants dits* telluriques; *Lettre adressée par* **M. Becquerel** *à l'occasion d'une communication récente de* M. Du Moncel.

« Dans la dernière séance, M. Du Moncel a présenté à l'Académie une Note relative à des recherches qu'il a faites sur les transmissions électriques à travers le sol. Dans cette Note, il parle des courants, dits telluriques, qu'il a obtenus avec deux plaques de tôle enterrées à une distance de 1735 mètres, et réunies par un fil métallique, dans lequel était interposée une boussole des sinus.

» M. Du Moncel, en envoyant cette Note, n'avait pas connaissance, sans aucun doute, du travail complet que, avec l'aide de l'Académie, j'ai fait sur la même question, et dont les résultats sont consignés dans le XXVIIe volume de ses *Mémoires*, deuxième partie. Les expériences ont été faites, non avec des plaques de tôle, qui peuvent induire en erreur, mais avec des lames d'or, de platine ou de charbon dépolarisées, loin et près de la mer, en France, en Belgique, en Suisse, en Savoie, dans les Alpes, etc. J'ai démontré dans ce travail, qui est très-étendu, que ces courants, que l'on avait nommés *courants telluriques*, sont dus à la différence de composition des liquides qui humectent la terre aux deux stations, ou à une inégalité dans leur température. »

GÉOMÉTRIE. — *Sur les six droites qui peuvent être les directions de six forces en équilibre. — Propriétés de l'hyperboloïde à une nappe et d'une certaine surface du quatrième ordre; par* **M. Chasles.**

« A la suite de la Note de M. Sylvester sur les systèmes de six droites qui peuvent être les directions de six forces se faisant équilibre, j'ai annoncé que, pour former un tel système, il suffisait de mener arbitrairement, par six points d'un corps en mouvement, des droites normales aux trajectoires de ces points. (Séance du 15 avril, *Comptes rendus*, p. 745.)

» M. Sylvester, dans sa dernière communication à l'Académie (13 mai, *Comptes rendus*, p. 977), relative au système des vingt-sept droites qu'on peut placer sur une surface du troisième ordre, a confirmé ma proposition par un raisonnement très-simple tiré du principe des vitesses virtuelles.

» Je reviens, à cette occasion, sur la question des six droites, pour démontrer directement la proposition réciproque qui est la plus importante, parce qu'elle comporte à elle seule les propriétés principales de cette théorie, en les ramenant à celles du déplacement infiniment petit d'un corps solide, que j'ai fait connaître il y a longtemps (*Comptes rendus*, t. XVI, p. 1420-1432; année 1843).

» Voici l'énoncé de la proposition dont il s'agit :

» *Quand six forces qui sollicitent un corps solide se font équilibre, on peut donner au corps un mouvement infiniment petit dans lequel les trajectoires des points d'application des forces seront normales aux directions de ces forces, respectivement;*

» *Ce mouvement infiniment petit est unique et déterminé, et reste le même, quels que soient les points des six forces qu'on regarde comme leurs points d'application.*

» La démonstration de cette proposition demande que nous rappelions quelques notions sur le mouvement infiniment petit d'un corps.

» 1° *Quand un corps éprouve un mouvement infiniment petit quelconque, ce déplacement peut être produit, d'une infinité de manières, par deux simples rotations autour de deux axes.*

» 2° *Un de ces axes peut être pris arbitrairement, l'autre s'ensuit, par cette considération, que les plans normaux aux trajectoires des points d'une droite passent tous par une autre droite,* et que réciproquement *les plans normaux aux trajectoires des points de cette seconde droite passent tous par la première.*

» Nous avons appelé ces couples de droites *axes de rotation conjugués,* et les rotations, *rotations conjuguées.*

» 3° *Quand une droite est normale à la trajectoire d'un de ses points, elle est*

normale aux trajectoires de tous ses autres points; de sorte que cette droite est elle-même sa *conjuguée,* et conséquemment est impropre à faire un système de rotations conjuguées.

» De là dérivent immédiatement les conséquences suivantes :

» 4° *Toute transversale qui s'appuie sur deux axes conjugués est normale aux trajectoires de tous ses points.*

» 5° *Si par un point d'une droite prise pour axe de rotation on mène une normale à la trajectoire de ce point, cette normale rencontre l'axe de rotation conjugué.*

» 6° *Quand un axe s'appuie sur deux droites dont chacune est normale aux trajectoires de ses points, l'axe conjugué s'appuie sur les deux mêmes droites.*

» Et conséquemment : *Quand quatre droites sont normales chacune aux trajectoires de ses points, les deux transversales qui, en général, s'appuient sur les quatre droites, sont deux axes de rotation conjugués.*

» 7° *Deux couples d'axes conjugués forment quatre génératrices d'un même mode de génération d'un hyperboloïde.*

» Car toute droite qui s'appuie sur trois de ces axes est normale aux trajectoires de tous ses points, puisqu'elle s'appuie sur deux axes conjugués (4°), et elle rencontre le quatrième axe parce qu'elle s'appuie sur son conjugué (5°).

» Ces propositions intuitives conduisent à deux théorèmes, dont le premier concerne quatre génératrices d'un hyperboloïde, et le second cinq droites quelconques de l'espace.

» Théorème I. *Quand quatre droites* A, B, C, D *sont des génératrices d'un même système de génération d'un hyperboloïde, on peut déterminer un mouvement infiniment petit de tous les points de l'espace, et un seul, dans lequel les deux droites* A, B *seront deux axes de rotation conjugués, ainsi que les deux droites* C, D

» En effet, concevons une transversale L qui s'appuie sur les quatre droites données, et soit d le point où elle rencontre la quatrième D. Les rotations autour des deux axes A et B donnent au point d deux mouvements infiniment petits dd', dd''; une rotation autour de la droite C lui donnera un mouvement dd'''. Ces trois mouvements sont dans un même plan perpendiculaire à la transversale L, comme étant perpendiculaires respectivement aux trois plans (A, L), (B, L), (C, L) qui passent par cette droite L. Qu'on prenne dd''' de longueur arbitraire, et dd', dd'' de manière que dd''' soit le mouvement résultant de ces deux-là, condition qui suffit pour les déterminer, puisqu'on aura

$$dd' = dd'''.\frac{(\sin dd''', dd'')}{\sin(dd', dd'')},\quad dd'' = dd'''.\frac{\sin(dd''', dd')}{\sin(dd', dd'')}.$$

» Deux rotations infiniment petites autour des deux axes A et B se trouvent ainsi déterminées, et ces rotations produiront un mouvement général de tous les points de l'espace.

» Je dis que par rapport à ce mouvement les deux droites C, D seront deux axes de rotation conjugués. En effet, prenant la droite C pour premier axe, l'axe conjugué passera par le point *d*, qui reçoit tout son mouvement de la rotation autour de C, et n'a point à en recevoir de la rotation autour de l'axe conjugué. Mais cet axe doit être situé sur l'hyperboloïde déterminé par les trois droites A, B, C (7°); donc cet axe est la quatrième droite D.

» Ainsi le théorème est démontré.

» *Observation.* Le théorème a encore lieu dans le cas particulier où les deux droites A, D se rencontrent, ainsi que les deux B, C, pourvu que le point d'intersection de ces deux droites B, C soit situé dans le plan des deux A, D; ou bien que le point d'intersection de celles-ci soit dans le plan des deux B, C.

» Théorème II. *Cinq droites étant données dans l'espace, on peut déterminer un mouvement infiniment petit dans lequel cinq points quelconques, pris sur ces droites, auront leurs trajectoires normales à ces droites, respectivement;*

» *Ce mouvement est unique.*

» En effet, soient A, B, C, D, E les cinq droites. Il existe deux transversales L, L' qui s'appuient sur les quatre droites A, B, C, D, et deux transversales M, M' qui s'appuient sur les quatre A, B, C, E. Ces deux couples de droites L, L' et M, M' sont quatre génératrices d'un hyperboloïde, puisqu'elles s'appuient sur trois mêmes droites A, B, C. Par conséquent, d'après le théorème précédent, on peut déterminer un mouvement infiniment petit dans lequel les deux droites L, L' seront deux axes de rotation conjugués, ainsi que les deux droites M, M'.

» Ce mouvement, qui est unique, satisfait à la question; car chacune des cinq droites données s'appuyant sur deux axes de rotation conjugués, les trajectoires de ses points sont normales à la droite (4°).

» Ainsi le théorème est démontré.

» La proposition énoncée au commencement de cette Note se conclut immédiatement de ce dernier théorème.

» Il s'agit de six forces qui se font équilibre. Or nous venons de voir qu'on peut déterminer un mouvement infiniment petit dans lequel les trajectoires des points d'application de cinq de ces forces seront normales, respectivement, aux directions des forces (théorème II). Pour ce mouve-

ment, l'équation des vitesses virtuelles

$$\mathrm{P}\,dp + \mathrm{P}'\,dp' + \ldots = 0$$

aura cinq termes nuls, et se réduira à un seul terme égalé à zéro, soit

$$\mathrm{P}\,dp = 0.$$

Donc $dp = 0$, et conséquemment la trajectoire du point d'application de la sixième force est normale à la direction de la force.

» Ce qui démontre le théorème énoncé.

» D'après ce théorème, la question des six forces en équilibre, en tant qu'il ne s'agit que de la direction des forces, et non de leur grandeur, se trouve résolue très-simplement, puisqu'elle se ramène à la considération du mouvement infiniment petit d'un corps.

» Les directions données de cinq forces serviront à déterminer ce mouvement; et toute sixième droite menée normalement à la trajectoire d'un point quelconque de l'espace complétera un système de six forces en équilibre.

» Si l'on veut que la droite demandée passe par un point donné I, on prendra deux couples de transversales, en combinant quatre à quatre, de deux manières, les cinq droites données; et par le point I on mènera les deux droites qui s'appuieront respectivement sur les deux couples de transversales; chacune d'elles, et toute autre droite menée par le même point dans le plan qu'elles déterminent, satisferont à la question; car elles seront normales à la trajectoire du point I dans le mouvement infiniment petit déterminé par les couples de transversales prises pour axes de rotation conjugués.

» Si l'on veut que la droite demandée se trouve dans un plan donné, on mènera les droites qui joindront les traces sur ce plan, des deux couples de transversales : chacune de ces droites, et toute autre droite passant par leur point d'intersection satisfera à la question.

» Ces constructions qui résultent naturellement des propriétés du mouvement infiniment petit d'un corps, coïncident avec celles que M. Sylvester a trouvées en traitant directement la question des forces. (*Comptes rendus*, p. 741.)

» Veut-on que la sixième droite s'appuie sur trois droites quelconques données dans l'espace D, D′, D″?

» Considérons la droite D comme un axe de rotation dans le mouvement déterminé par les cinq droites données, et soit Δ l'axe conjugué. La droite cherchée devant s'appuyer sur D s'appuiera aussi sur Δ. Et de même s'appuyant sur D′, elle s'appuiera sur la conjuguée Δ'. Or, les quatre droites D, D′, Δ, Δ' sont les génératrices d'un hyperboloïde. La droite cherchée sera donc une génératrice du second mode de génération de

l'hyperboloïde. Elle passera par un des points de rencontre de l'hyperboloïde et de la troisième droite D''.

» Ainsi deux droites satisfont à la question.

Cas particuliers.

» *Quand les cinq droites données* A, B, C, D, E *s'appuient sur une même transversale* L, *mais sur une seule, il ne peut pas exister de mouvement dans lequel les cinq droites soient normales aux trajectoires de leurs points.*

» En effet, soit L' la seconde droite qui s'appuie sur les quatre A, B, C, D. Les deux droites L, L' sont deux axes conjugués de rotation relatifs à tout mouvement dans lequel les quatre droites A, B, C, D seront normales à leurs trajectoires. Par conséquent, pour que la droite E fût aussi normale aux trajectoires de ses points, il faudrait qu'elle s'appuyât sur la droite L'. Donc, etc.

» Mais *si les cinq droites données s'appuient en même temps sur deux transversales* L, L', *on peut déterminer un mouvement infiniment petit dans lequel les cinq droites et une sixième droite quelconque de l'espace seront normales aux trajectoires de leurs points.*

» Car ce mouvement sera déterminé par quatre des cinq premières droites combinées avec la sixième.

» *Quand quatre droites données* A, B, C, D *sont des génératrices d'un hyperboloïde, on peut prendre arbitrairement deux autres droites dans l'espace, et déterminer un mouvement infiniment petit dans lequel les six droites seront normales aux trajectoires de leurs points.*

» En effet, ce mouvement est déterminé par trois des quatre premières droites et les deux autres.

Usage de l'hyperboloïde à une nappe et d'une surface du quatrième ordre dans la présente question.

» Un hyperboloïde à une nappe peut recevoir, d'une infinité de manières, un mouvement infiniment petit dans lequel les génératrices d'un même système seront toutes normales aux trajectoires de leurs points.

» En effet, il suffit de prendre pour axes de rotation conjugués deux génératrices quelconques du deuxième système de génération, le rapport des deux rotations restant arbitraire.

» Dans le mouvement résultant de ces deux rotations, toute autre droite du deuxième système de génération de l'hyperboloïde, prise pour axe de rotation, aura pour *conjuguée* une droite du même système. De sorte que toutes les droites du deuxième système se trouveront ainsi *associées* ou *conjuguées* deux à deux.

» Ces couples de droites jouissent de nombreuses propriétés que j'ai exposées ailleurs (1) et sur lesquelles je ne reviendrai pas.

» Mais je veux ici montrer que toutes ces propriétés de l'hyperboloïde à une nappe, qui dérivent naturellement de la considération du mouvement infiniment petit, se retrouvent dans des surfaces réglées du quatrième ordre qu'on forme en faisant tourner les génératrices de l'hyperboloïde autour des points dans lesquels elles rencontrent une section plane de la surface ; en d'autres termes, en déformant d'une certaine manière l'hyperboloïde.

» Concevons deux sections planes quelconques de l'hyperboloïde, qui seront deux coniques C, C'. Toutes les génératrices d'un même système rencontrent ces deux courbes en des points a, b, c,... sur l'une, et a', b', c',... sur l'autre.

» Que l'on déplace la conique C', et qu'on lui donne une position quelconque par rapport à C restée fixe ; qu'on joigne les points a, b, c,... de celle-ci à leurs correspondants a', b', c',... dans leur nouvelle position, par des droites aa', bb',... : *ces droites* (qu'on peut considérer comme les génératrices de l'hyperboloïde qui auraient tourné autour de leurs pieds a, b, c,...), *forment une surface du quatrième ordre.*

» Cette surface pourra se réduire au troisième ordre, ou au second ordre, c'est-à-dire redevenir un hyperboloïde ou un cône ; elle pourra même se réduire à un plan, les génératrices devenant alors les tangentes d'une courbe de quatrième ou troisième classe, ou d'une conique.

» *Cette surface du quatrième ordre a, comme l'hyperboloïde primitif, la propriété de pouvoir recevoir un mouvement infiniment petit dans lequel toutes ses génératrices seront normales à leurs trajectoires.*

» Pour déterminer ce mouvement, qui est unique, il suffit de prendre deux systèmes de quatre génératrices quelconques de la surface, et de chercher les deux transversales qui s'appuient sur les quatre génératrices de chaque système. Les deux couples de transversales ainsi obtenues seront deux couples d'axes conjugués de rotation, et détermineront le mouvement infiniment petit.

» Chaque système de quatre génératrices de la surface du quatrième ordre donnera lieu à deux transversales s'appuyant sur ces quatre droites.

» *Tous ces couples de transversales jouiront de toutes les propriétés géométriques des couples de génératrices conjuguées du premier mode de génération de l'hyperboloïde,* et en général de toutes les propriétés des systèmes d'axes de rotation conjugués, dans le mouvement infiniment petit d'un corps.

(1) *Journal de Mathématiques* ; t. IV, p. 368. — *Comptes rendus* ; t. XVI, p. 1429.

» Mais, sans nous arrêter sur ces détails, faisons connaître les propriétés géométriques principales de la surface du quatrième ordre dont il s'agit.

» 1° *Chaque génératrice de la surface est rencontrée par deux autres génératrices, et par deux seulement : les points de rencontre de toutes ces génératrices forment une courbe à double courbure du troisième ordre (une cubique gauche).*

» 2° *La droite qui joint le point de rencontre de deux génératrices au point de rencontre de deux autres, et la droite d'intersection du plan des deux premières génératrices par le plan des deux autres, forment un système d'axes de rotation conjugués dans le mouvement infiniment petit de la surface.*

» De sorte que ces deux droites jouissent des mêmes propriétés que les couples de transversales qui s'appuient sur quatre génératrices de la surface.

» 3° *Les plans dans lesquels les génératrices se rencontrent ainsi deux à deux forment une développable du quatrième ordre circonscrite à la surface réglée.*

» 4° Réciproquement, *quand une développable du quatrième ordre éprouve un déplacement infiniment petit, si par le* foyer (1) *de chaque plan tangent à cette surface, on mène les deux autres plans tangents qui passent par ce point, lesquels couperont le premier suivant deux droites, toutes les droites ainsi déterminées formeront la surface réglée du quatrième ordre.*

» C'est de cette propriété de la développable du quatrième ordre, facile à démontrer, que l'on conclut que la surface réglée formée au moyen de l'hyperboloïde, peut prendre un mouvement infiniment petit dans lequel ses génératrices sont normales aux trajectoires de leurs points.

» 5° *Les plans tangents à la développable coupent la surface réglée à laquelle elle est circonscrite, suivant des coniques, au nombre desquelles sont les deux coniques primitives* C, C'.

» 6° *Les génératrices* aa', bb', . . . *de la surface rencontrent toutes ces coniques en des points qui divisent ces courbes homographiquement;* c'est-à-dire que les figures formées dans les plans des coniques par ces points sont homographiques entre elles, comme cela a lieu à l'égard des deux coniques primitives C, C' dans l'hyperboloïde.

» 7° Réciproquement, *les plans des coniques divisent homographiquement les génératrices de la surface.*

» Plus généralement, *ces plans divisent homographiquement toutes les droites suivant lesquelles ils se coupent deux à deux.*

» 8° *Les cônes circonscrits à la surface, qui ont pour sommets les points d'intersection des génératrices, c'est-à-dire les points de la cubique gauche, sont du second ordre* (2).

---

(1) *Comptes rendus;* t. XVI, p. 1420.

(2) On reconnaît à cette propriété la surface que M. Cayley a formée avec les cordes

» 9° *Les plans tangents à tous ces cônes, lesquels passent par les génératrices de la surface, touchent les cônes suivant des arêtes qui forment sur leurs surfaces des figures homographiques.*

» 10° Et réciproquement, *les points dans lesquels ces plans tangents touchent les génératrices de la surface divisent homographiquement toutes ces droites* (1).

Autre construction de la surface du quatrième ordre.

» On peut se servir de l'hyperboloïde à une nappe pour former d'une autre manière une surface réglée du quatrième ordre qui présentera les mêmes propriétés que nous venons de trouver.

» Concevons deux cônes circonscrits à l'hyperboloïde. Chaque génératrice d'un même système les touche en deux points a, a', et détermine sur leurs surfaces deux arêtes A, A'. De sorte qu'on aura sur un cône des arêtes A, B,... et sur l'autre des arêtes correspondantes A', B',....

» Qu'on déplace le second cône et qu'on lui donne une position quelconque par rapport au premier :

» *Les plans tangents aux cônes suivant les arêtes* A, B,..., et A', B',... *respectivement, se couperont deux à deux suivant des droites qui formeront une surface du quatrième ordre.*

» Cette surface, de même espèce que la précédente, jouira des mêmes propriétés. Ainsi *on pourra lui donner un mouvement infiniment petit dans lequel ses génératrices seront toutes normales aux trajectoires de leurs points.*

» Conséquemment, *six quelconques de ces droites pourront être prises pour les directions de six forces en équilibre;* etc., etc.

---

d'une cubique gauche. Je profite de cette occasion pour insérer la Note suivante de M. Cayley, qui est parvenue trop tard pour être jointe à sa communication du 20 mai (*Comptes rendus*, p. 1036) : « L'idée que les six droites en involution devraient être situées sur une surface » du quatrième ordre s'était offerte à M. Sylvester; et en cherchant si cela était vrai, j'ai » été conduit aux théorèmes qui font le sujet de ma communication. »

(1) Il existe dans plusieurs établissements, notamment dans les riches collections du Conservatoire des Arts et Métiers, des modèles variés de l'hyperboloïde, qui montrent son double système de génération par des droites. Il serait intéressant, et cela ne présenterait aucune difficulté, d'approprier ces modèles aux diverses déformations de l'hyperboloïde qui donnent des surfaces du quatrième et du troisième ordre, des cônes du deuxième ordre, et même des courbes planes de troisième et quatrième classe, et de simples coniques. Ce qui précède comprend la théorie de ces transformations. Il nous suffira d'ajouter que si au lieu de la conique C', c'est sur une droite L de l'hyperboloïde qu'on prend les points a', b', c'... correspondants aux points a, b, c... de la conique C, et qu'on déplace la droite L pour lui donner une position quelconque, les droites aa', bb',... formeront une surface du troisième ordre, et envelopperont sur le plan une courbe de troisième classe ou une conique.

Autre manière de déterminer des systèmes de six forces.

» Pour former les systèmes de six droites représentant les directions de six forces en équilibre, nous avons pris des droites normales aux trajectoires de leurs points, dans un mouvement infiniment petit. Mais nous ferons remarquer qu'on peut aussi, toutefois d'une manière bien plus restreinte, prendre des droites tangentes chacune à la trajectoire d'un de ses points.

» *Que l'on donne un mouvement infiniment petit à une conique; les tangentes aux trajectoires des points de la courbe formeront une surface du quatrième ordre dont les génératrices satisferont à la question.*

» En effet, cette surface est précisément la même que celle que nous avons formée avec les génératrices d'un hyperboloïde. Car celle-ci est le lieu des droites qui joignent deux à deux les points correspondants de deux coniques placées d'une manière quelconque dans l'espace, et divisées homographiquement.

» Or les deux coniques peuvent être égales, et l'on peut prendre pour leurs points de division homographique, leurs points homologues comme figures égales. En outre, l'une des coniques peut être dans une position infiniment voisine de la première, de manière que les droites qui joindront leurs points homologues représentent les trajectoires des points de la première conique qui viendraient se superposer sur ceux de la seconde. Ce qui démontre la proposition énoncée.

» Ainsi la surface jouit de cette singulière propriété :

» Pour un mouvement infiniment petit, toutes les génératrices sont tangentes chacune à la trajectoire d'un de ses points; et pour un autre mouvement infiniment petit, elles sont normales toutes aux trajectoires de leurs points.

» Du reste, non-seulement cette surface n'est point différente de la surface générale à laquelle donne lieu l'hyperboloïde à une nappe, ainsi que nous venons de le voir, mais elle peut même être formée comme celle-là, au moyen d'un hyperboloïde.

» En effet, la surface admet une développable circonscrite du quatrième ordre dont tous les plans tangents coupent la surface suivant des coniques. Toutes ces coniques sont divisées homographiquement par les génératrices de la surface. Que l'une de ces coniques restant fixe, on en déplace une autre, et qu'on lui donne une telle position que deux de ses points coïncident avec les deux points correspondants de la conique fixe; ou plus simplement, qu'on place les deux coniques de manière qu'elles soient tangentes et que leur point de contact soit un point de coïncidence de deux

points homologues; les droites qui joindront les points homologues des deux coniques formeront un hyperboloïde. On peut donc considérer la surface du quatrième ordre formée par les tangentes aux trajectoires des points d'une conique, comme provenant de la déformation de cet hyperboloïde.

» Il est une autre manière de former une surface du quatrième ordre avec des tangentes aux trajectoires des points d'un corps en mouvement.

» Il suffit de donner un mouvement infiniment petit à un cône du second ordre. Chacun de ses plans tangents éprouvera une simple rotation autour d'une certaine droite de ce plan; cette droite, appelée la *caractéristique* du plan (1), est tangente à la trajectoire d'un de ses points.

» Or *les caractéristiques de tous les plans tangents au cône forment une surface du quatrième ordre.*

» Et cette surface jouit de toutes les propriétés de la précédente.

» *On peut lui donner un mouvement infiniment petit dans lequel toutes les génératrices seront normales aux trajectoires de leurs points.*

» Etc., etc.

Description de courbes à double courbure de tous les ordres sur l'hyperboloïde à une nappe.

» L'hyperboloïde jouit d'une propriété qui n'appartient peut-être point à une autre surface d'un ordre quelconque; c'est que *l'on peut tracer sur sa surface des courbes à double courbure de tous les ordres.*

» D'abord pour les ordres pairs, c'est évident; car la courbe d'intersection d'un hyperboloïde par une surface d'ordre m est une courbe à double courbure d'ordre pair $2m$.

» Mais on peut aussi tracer sur l'hyperboloïde, et cela au moyen de surfaces d'ordre m, des courbes à double courbure d'ordre impair $2m+1$.

» Cette proposition résultera d'un mode de génération des courbes à double courbure que j'ai déjà appliqué aux courbes du troisième ordre (2), et dont voici l'énoncé général :

» *Si l'on a trois faisceaux de surfaces d'ordre* m, n, p *respectivement, dans lesquels les surfaces se correspondent trois à trois anharmoniquement, le lieu des points d'intersection de trois surfaces correspondantes est une courbe à double courbure d'ordre* (mn + np + pm.)

» C'est-à-dire que cette courbe est rencontrée en $(mn+np+pm)$ points par un plan quelconque.

» Que l'on prenne pour les surfaces du second faisceau, des plans passant

(1) *Comptes rendus*; t. XVI, p. 1420.

(2) *Aperçu historique*, p. 405, art. 8, 9, 10. — *Comptes rendus*; t. XLV, p. 193.

par une même droite ; et de même pour les surfaces du troisième faisceau ; on aura $n = 1$, $p = 1$; et la courbe lieu des points dans lesquels chaque droite d'intersection de deux plans homologues des deux faisceaux de plans rencontre la surface correspondante d'ordre m, sera une courbe d'ordre $(2m + 1)$.

» Or la droite d'intersection de deux plans correspondants des deux faisceaux de plans engendre un hyperboloïde qui passe par les axes de ces deux faisceaux. Cette droite rencontre chacun de ces axes en des points qui correspondent anharmoniquement aux surfaces du premier faisceau d'ordre m. On peut donc dire que les génératrices de l'hyperboloïde correspondent anharmoniquement aux surfaces. Et dès lors la proposition prend cet énoncé :

» *Si l'on a un faisceau de surfaces d'ordre* m *et un hyperboloïde à une nappe dont les génératrices d'un même système correspondent anharmoniquement, une à une, aux surfaces :*

» *Le lieu des points d'intersection de chaque surface et de la génératrice correspondante sera une courbe à double courbure d'ordre* (2m + 1).

» On peut donc tracer sur l'hyperboloïde des courbes à double courbure d'ordre impair quelconque, de même que des courbes d'ordre pair, sans que ces courbes soient accompagnées d'une ligne droite ou d'autres lignes étrangères à la question. »

ASTRONOMIE. — *Remarques à l'occasion d'un Mémoire de* M. Plana, *intitulé :* « Sur l'intégration des équations différentielles relatives au mouvement » des comètes, établies suivant l'hypothèse de la force répulsive, définie » par M. Faye, et suivant l'hypothèse d'un milieu résistant dans l'espace ; » *par* **M. Faye.**

« L'illustre auteur de ce Mémoire établit, pour l'une et l'autre hypothèse, les relations qui doivent exister entre l'accélération du moyen mouvement et la diminution de l'excentricité, puis il montre que si l'on veut déduire le dernier élément du premier à l'aide de ces relations, pour les comètes périodiques calculées par Encke et par Axel Möller, on obtient des résultats plus concordants avec l'observation dans l'hypothèse du milieu résistant que dans celle de la force répulsive.

» Ma réponse porte sur ces deux points : 1° le choix du *criterium* qui, selon M. Plana, permettrait de juger les deux théories; 2° la forme adoptée par l'illustre géomètre pour les équations différentielles du mouvement dans le cas de la résistance, forme qui répond à une supposition inadmissible et sans aucune réalité dans la nature,

» Sur le premier point, je ferai observer que, pour la comète d'Encke,

la différence des deux hypothèses, en ce qui touche l'excentricité, n'est que de quelques dixièmes de seconde dont l'observation ne peut répondre, et que pour la comète de M. Möller, s'il est vrai de dire que les trois apparitions de cette comète suffisent à mettre hors de doute la diminution de l'excentricité et surtout l'accélération du moyen mouvement, elles ne suffisent pas pour en fixer définitivement la valeur.

» Oserai-je invoquer ici l'autorité de Bernoulli, qui recommandait aux géomètres de son temps de ne pas trop presser, en physique, les conséquences de leurs formules, et serait-ce donner à ce sage conseil une interprétation trop large que de dire que, pour juger une théorie, il n'est pas prudent de chercher un *criterium* dans les plus petites quantités dont l'observation cesse de répondre et que les calculs théoriques eux-mêmes n'ont pu jusqu'ici embrasser complétement (1)?

» Sur le second point M. Plana s'exprime ainsi : « Le milieu résistant » auquel on applique les formules (28) n'est pas l'éther impondérable et » universel qui propage la lumière; c'est une espèce d'atmosphère qui en» toure le Soleil. Il ne s'agit ici d'expliquer ni son origine, ni le mode de » son existence, ni la cause de son invisibilité, mais seulement de soumettre » ses effets au calcul et de les comparer aux résultats des observations, re» lativement au mouvement du centre de gravité. » Quoique je sois profondément convaincu qu'il n'est pas permis d'introduire une hypothèse sans s'informer tout d'abord si elle a par elle-même quelque chance de réalité par son harmonie avec le reste de la science, j'accepterai pour le moment, sans discussion préalable, l'hypothèse du milieu résistant : mais on m'accordera du moins qu'avant d'en faire usage il faut savoir si ce milieu peut être en repos, ou s'il doit circuler autour du Soleil, car ces circonstances influent nécessairement sur l'analyse qui découlera de l'hypothèse. M. Plana ne s'explique pas sur ce point essentiel, mais ses équations différentielles (B') :

$$\frac{d^2x}{dt^2} + \frac{k.x}{r^3} = \frac{-H'}{r^2}\cdot\frac{ds}{dt}\cdot\frac{dx}{dt},$$

$$\frac{d^2y}{dt^2} + \frac{k.y}{r^3} = \frac{-H'}{r^2}\cdot\frac{ds}{dt}\cdot\frac{dy}{dt},$$

disent clairement qu'il tient cette espèce d'atmosphère pondérable pour immobile. Or cette immobilité est impossible : aucune particule pondérable ne saurait subsister dans le système solaire à moins qu'elle ne tombe vers

(1) On a toujours négligé, par exemple, les inégalités périodiques dues à l'action de la cause qui produit l'accélération.

le Soleil ou qu'elle ne circule autour de lui; il n'y a pas place ici pour une autre alternative. J'ai taché d'expliquer ailleurs par quelle singularité les géomètres qui ont traité du milieu résistant ont oublié l'impossibilité d'un milieu immobile, impossibilité que Laplace a pourtant signalée de la manière la plus nette. Toujours est-il que le débat se résume maintenant dans ce dilemme : ou ce milieu n'existe pas, ou il doit circuler autour du Soleil. S'il n'existe pas, comment pourrait-il résister; et s'il circule autour du Soleil, les équations différentielles (B'), d'où dérivent à la fois les formules (28) et les conclusions du Mémoire de M. Plana, doivent prendre une forme tout à fait différente que j'ai donnée dans un Mémoire du 9 janvier 1860, postérieur à ceux que M. Plana a bien voulu examiner. J'ai montré à cette occasion que les idées qu'on s'était faites sur l'action d'un milieu résistant interplanétaire devaient être complétement modifiées : au lieu de faire parcourir aux astres une spirale qui doit les rapprocher incessamment du Soleil et finalement les précipiter sur lui, l'action d'un tel milieu porte principalement sur l'excentricité; une fois que cet élément est suffisamment affaibli, l'orbite devient de plus en plus circulaire, mais le grand axe cesse de diminuer et l'astre ne se précipite nullement sur le Soleil (1).

» Ainsi les formules (28) ne sauraient répondre à une hypothèse douée d'une réalité quelconque. Je soumets ces réflexions aux astronomes et surtout à l'attention de l'illustre géomètre de Turin. »

ASTRONOMIE. — *Sur la constitution du système planétaire. — Théorie et Tables de Mars; par* **M. Le Verrier.** (Lettre adressée à *M. le Maréchal Vaillant.*)

« Monsieur le Maréchal,

L'intérêt que vous portez à l'avancement de l'astronomie et aux progrès de nos connaissances dans la constitution du système du monde, vous a fait suivre avec bienveillance la longue étude que j'ai entreprise sur les quatre planètes Mercure, Vénus, la Terre et Mars. Je vous annonce avec satisfaction la fin de ces recherches; la dernière partie, concernant les mouvements de Mars, est enfin terminée.

» Le résultat le plus pratique de ces travaux est sans doute d'avoir tiré de la comparaison de la théorie avec les observations, des tables astronomiques d'une précision supérieure et généralement adoptées aujourd'hui. Toutefois, l'espoir de donner aux tables des mouvements planétaires une rigueur absolue semblerait insuffisant pour déterminer un astronome à

---

(1) *Comptes rendus*, t. L, p. 75 et suivantes.

entreprendre un rude labeur de quinze à vingt années, s'il n'était soutenu par la pensée d'avoir au moins préparé quelque nouvelle découverte : pensée ambitieuse, mais qu'autorisaient des difficultés de plus d'un genre. L'illustre astronome de Kœnigsberg n'avait-il pas avoué que la théorie du Soleil n'avait pas fait les progrès qu'on eût dû attendre du grand nombre et de la précision des observations?

» Laissant donc de côté les longues formules et les calculs fastidieux, les immenses séries d'observations et l'aridité des tables numériques, en un mot tout l'attirail du métier, je me bornerai à vous parler des conséquences de mon travail au point de vue de la constitution physique du monde.

» L'existence des corps de notre système se révèle de la manière la plus simple lorsque nous parvenons à les voir. Il y a toutefois lieu de craindre que plus d'un corps ne nous échappe, si, nous bornant à la vision directe comme moyen d'investigation, nous n'arrivons à suppléer par quelque voie détournée à l'insuffisance de nos yeux, même armés des plus puissants appareils d'optique.

» Les plans des orbites dans lesquelles se meuvent les planètes, se déplacent à la longue par suite de l'action des masses extérieures au Soleil ; il en est de même de l'orientation des orbites, et leur forme subit elle-même une altération. On comprend que la mesure de ces changements, constatés par les observations, puisse servir à peser les masses qui les produisent.

» En outre, si l'on suppose que les seules masses perturbatrices soient les planètes connues, il faudra que les résultats tirés des changements de toutes les orbites s'accordent à donner les mêmes valeurs des masses ; sinon, on aura nécessairement omis quelque cause étrangère.

» C'est bien ainsi que la question était posée. Peut-on, en attribuant aux planètes connues des masses convenables, rendre compte de toutes les observations? Ou bien se trouve-t-il quelque part dans notre système une quantité notable de matière dont on n'ait pas tenu compte et dont la considération devienne indispensable?

» L'étude isolée de chacune des planètes ne permettrait point de répondre à cette question : tandis que la comparaison de l'ensemble des résultats nous autorisera à prononcer avec sécurité. Je prendrai donc dans la nouvelle théorie de Mars et dans mes travaux antérieurs tout ce qui est nécessaire à mon but actuel, mais rien de plus.

» La position et la petitesse de Mercure et de Mars ne leur laissent point exercer une grande action sur les corps de notre système. Les observations de Vénus permettent d'évaluer Mercure à *un cinq-millionième* ($\frac{1}{5000000}$) de

la masse du Soleil; tandis que le mouvement de la Terre, déduit des observations du Soleil même, porte la masse de Mars à la *trois-millionième partie* $\left(\frac{1}{3000000}\right)$ du Soleil. Les incertitudes qui pourraient subsister dans ces nombres n'ont aucune influence sur ce qui va suivre.

» La masse de Vénus est la *quatre-cent-millième* partie environ $\left(\frac{1}{400000}\right)$ de la masse du Soleil. On arrive à ce résultat par plusieurs voies : par la considération du déplacement du plan de l'écliptique; par la mesure physique des perturbations périodiques de la Terre de 1750 à 1810 et de 1811 à 1850; par la mesure des inégalités périodiques de la longitude de Mercure. Tous les résultats se confirment les uns les autres.

» La masse de la Terre est la *trois-cent-cinquante-cinq millième* $\left(\frac{1}{355000}\right)$ de celle du Soleil. On déduit ce nombre de la mesure de la gravité à la surface de la Terre, comparée à la chute de notre planète vers le Soleil.

» Ces données étant posées, on peut établir avec elles la théorie de Mars et la comparer ensuite aux observations méridiennes faites depuis un siècle, ainsi qu'avec les observations d'une approximation de Mars à l'étoile ψ_2 du Verseau qui furent faites en 1672, à Paris par Cassini et Roëmer, à Cayenne par Bouguer qui s'y était rendu pour étudier les réfractions, l'obliquité de l'écliptique, et la parallaxe de Mars.

» Or j'ai reconnu qu'il n'est pas possible de représenter ainsi toutes les observations de la planète; pour y parvenir, il est nécessaire d'*augmenter le mouvement du périhélie de Mars*. Cet accroissement, si on veut l'obtenir par un changement dans les valeurs reçues pour les masses des planètes, ne pourrait résulter d'une modification de la masse de Vénus (elle n'a pas assez d'influence sur le mouvement de Mars), mais bien seulement d'une addition à la masse de la Terre, addition qui devrait être égale au *dixième* de la valeur posée plus haut.

» Nous discuterons plus loin les conséquences de ce résultat, confirmé d'ailleurs par une déduction tirée de la théorie de Vénus. L'accroissement des latitudes de cette planète conduit à une condition d'une rigueur extrême qui ne peut être satisfaite qu'en augmentant ou la masse de Vénus ou celle de la Terre. En publiant la théorie de Vénus, je faisais déjà remarquer que les conditions rappelées plus haut ne permettaient pas de toucher à la masse de Vénus; qu'il paraissait donc nécessaire d'augmenter de *un dixième* la masse de la Terre; mais qu'en raison de la gravité de cette conclusion, il convenait, avant d'en tirer les conséquences, d'attendre que la théorie de Mars fût terminée. Or, nous venons de le voir, la théorie de Mars exige à son tour que nous accroissions la masse de la Terre précisément de *un dixième*.

» Je dois rappeler, avant de poursuivre, que Mercure m'a déjà donné un résultat du même genre. Les observations assignent à son périhélie un mouvement plus rapide que celui qui correspond aux masses ci-dessus admises. Un changement de *un dixième* dans la masse de la Terre ne rendrait pas raison de ce fait; et comme il n'est pas possible d'accroître la masse reçue pour Vénus, j'en ai conclu l'existence d'un anneau de masses intrà-mercurielles. On a bien discuté déjà et l'on discutera plus encore sur ce sujet; il n'est point inutile de rapporter les termes dans lesquels j'ai fait connaître mon opinion. (*Annales*, t. V, p. 105.)

« Au point de vue mécanique, on peut, par l'hypothèse d'une masse » troublante, dont la situation reste indéterminée, rendre compte des phé- » nomènes observés dans les passages de Mercure sur le Soleil. Il est tou- » tefois indispensable d'examiner en outre si, sous le rapport physique, » toutes les solutions sont également admissibles.

» A la distance moyenne 0,17, la masse troublante serait précisément » égale à la masse de Mercure. La plus grande élongation à laquelle elle » pût atteindre serait un peu inférieure à 10°. Doit-on croire qu'une » planète qui brillerait d'un éclat plus vif que Mercure aurait nécessaire- » ment été aperçue après le coucher ou avant le lever du Soleil, rasant » l'horizon? Ou bien serait-il possible que l'intensité de la lumière dis- » persée du Soleil eût permis à un tel astre d'échapper à nos regards?

» Plus loin du Soleil, la masse troublante est plus faible, et il en est de » même de son volume sans doute, mais l'élongation est plus grande. Plus » près du Soleil, c'est l'inverse, et si l'éclat du corps troublant est aug- » menté par la dimension de ce corps et par le voisinage du Soleil, l'élon- » gation devient si petite, qu'il serait possible qu'un astre, dont la position » est inconnue, n'eût pas été aperçu dans les circonstances ordinaires.

» Mais, dans ce cas même, comment un corps qui serait doué d'un très- » vif éclat et qui se trouverait toujours très-près du Soleil, n'eût-il point été » entrevu durant quelqu'une des éclipses totales? Un tel astre, enfin, ne » passerait-il point entre le disque du Soleil et la Terre, et n'eût-on pas dû » en avoir ainsi connaissance?

» Telles sont les objections qu'on peut faire à l'existence d'une planète » unique, comparable à Mercure pour ses dimensions, et circulant en de- » dans de l'orbite de cette dernière planète. Ceux à qui ces objections pa- » raîtront trop graves seront conduits à remplacer cette planète unique par » une série d'astéroïdes dont les actions produiront en somme le même

» effet total sur le périhélie de Mercure. Outre que ces astéroïdes ne seront
» pas visibles dans les circonstances ordinaires, leur répartition autour du
» Soleil sera cause qu'ils n'introduiront dans le mouvement de Mercure
» aucune inégalité périodique de quelque importance.

» L'hypothèse à laquelle nous nous trouvons ainsi amenés n'a plus
» rien d'excessif. Un groupe d'astéroïdes se trouve entre Jupiter et Mars,
» et sans doute on n'a pu en signaler que les principaux individus. Il y a
» lieu de croire même que l'espace planétaire contient de très-petits corps
» en nombre illimité circulant autour du Soleil. Pour la région qui avoi-
» sine l'orbite de la Terre, cela est certain. »

» Les principales difficultés offertes par le système des quatre pla-
nètes inférieures se réduisent donc à un excès de mouvement dans le
périhélie de Mercure et dans le périhélie de Mars. Cette double circon-
stance ne saurait trop fixer notre attention; s'il existe pour la matière
cosmique une disposition dans laquelle, invisible peut-être en tout ou en
partie, elle agisse néanmoins sur les périhélies pour en accroître le mouve-
ment direct et n'ait guère d'autre action, on comprend combien l'existence
de cette matière dans ces conditions acquerra une haute probabilité.

» Or tel est, en effet, le mode d'action d'une suite de corpuscules formant
un anneau autour du Soleil et tournant, comme toute la matière planétaire,
dans le même sens, de l'ouest à l'est. L'ensemble de ces corpuscules ne
peut guère changer l'excentricité de l'orbite d'une planète, ni introduire
dans la longitude aucune inégalité périodique sensible. Leur effet sur le
périhélie peut, au contraire, devenir considérable, parce qu'alors toutes
les actions s'ajoutent les unes aux autres et que le résultat définitif est
sensiblement le même que si toute la matière était concentrée en une masse
unique. Ce sont ces considérations qui m'ont conduit à admettre un an-
neau d'astéroïdes intrà-mercuriels. La théorie de Vénus et celle de Mars
viennent aujourd'hui confirmer ces conclusions.

» Revenons à l'examen des causes qui peuvent, à l'autre extrémité du
système des planètes inférieures, augmenter le mouvement du périhélie de
Mars. On s'en rendrait compte, avons-nous dit, en supposant la masse de
la Terre plus grande de *un dixième*. Le mouvement de Vénus en latitude
réclame le même accroissement de la quantité de matière cosmique. Mais
d'un autre côté il en résulterait une difficulté à l'égard de la parallaxe du
Soleil.

» On conciliera toutes les exigences et on fera disparaître toutes les difficultés en admettant que les astéroïdes, qui d'après l'observation se trouvent à la même distance que la Terre du Soleil, ont une masse totale égale au *dixième* de celle de la Terre. Ce groupe d'astéroïdes accélérera le mouvement du périhélie de Mars comme le ferait *un dixième* ajouté à la masse de la Terre S'il est à peu près situé dans l'écliptique, il produira sur le mouvement de l'orbite de Vénus le même résultat. Il n'aura d'ailleurs aucune influence sur les termes périodiques des perturbations de Vénus et de Mars. Enfin, la relation qui existe entre la masse de la Terre, la gravité et la parallaxe du Soleil ne sera pas altérée (1).

» A l'origine, nous avions espéré qu'il nous serait possible de tirer des perturbations périodiques de Mars la véritable masse de la Terre, et de ses perturbations séculaires un renseignement sur la masse de l'ensemble des astéroïdes répartis entre Mars et Jupiter.

» La première partie de cette tentative n'a réussi qu'à demi, en raison de circonstances particulières aux observations. Il y aurait seulement lieu de croire que la masse de la Terre elle-même n'a pas besoin d'être augmentée. Toutefois on comprend de quel haut intérêt serait une détermination directe de la vitesse de la lumière, et, par suite, de la quantité de la parallaxe solaire. On trancherait ainsi une question délicate.

» Quant à la masse de l'ensemble des petites planètes comprises entre Mars et Jupiter, il n'est plus possible d'en obtenir la mesure du moment qu'on est conduit à considérer comme efficace le groupe des astéroïdes qui se trouve à la distance de la Terre au Soleil. N'ayant aucun moyen de séparer complétement l'action des deux groupes, on peut seulement assigner à leurs masses des limites supérieures en attribuant successivement à chacun de ces groupes tout l'excès du mouvement du périhélie de Mars. On trouve ainsi que *la somme totale de la matière constituant les petites planètes situées entre les distances moyennes* 2,20 *et* 3,16 *ne peut dépasser le tiers environ de la masse de la Terre.*

» La constitution de la partie inférieure de notre système planétaire, dé-

(1) Nous avons, il est vrai, par la détermination de l'équation lunaire de la Terre, trouvé que la masse de la Terre elle-même devrait être augmentée ainsi que la parallaxe. Mais ce résultat dépend d'une trop petite fraction de l'équation lunaire pour qu'on ne pût pas à la rigueur en faire le sacrifice. Les données ultérieures que nous discutons aujourd'hui sont beaucoup plus précises.

duite de la discussion des observations, pourrait donc se résumer comme il suit :

» 1° Outre les planètes Mercure, Vénus, la Terre et Mars, il existe entre le Soleil et Mercure un anneau d'astéroïdes, dont l'ensemble constitue une masse comparable à celle de Mercure lui-même.

» 2° A la distance de la Terre au Soleil, se trouve un second anneau d'astéroïdes, dont la masse est au plus égale à la dixième partie de la masse de la Terre.

» 3° La masse totale du groupe des petites planètes situées entre Mars et Jupiter est au plus égale au tiers de la masse de la Terre.

» 4° Les masses des deux derniers groupes sont complémentaires l'une de l'autre. Dix fois la masse du groupe situé à la distance de la Terre, plus trois fois la masse totale des petites planètes situées entre Mars et Jupiter, forment une somme égale à la masse de la Terre.

» Cette dernière conclusion dépend de la mesure de la distance de la Terre au Soleil, par l'observation des passages de Vénus, mesure que les astronomes s'accordent à considérer comme très-précise.

» Je ne desespère pas, Monsieur le Maréchal, d'obtenir quelque lumière nouvelle sur ce sujet délicat. Mais ce sera surtout aux astronomes nos successeurs, qu'il appartiendra de se prononcer définitivement, quand de nouvelles séries d'observations longues et précises auront été accumulées. Puissent les immenses matériaux que nous avons réunis leur être alors de quelque utilité.

« La succession des siècles, » dit Sénèque dans un remarquable passage sur les comètes, « la succession des siècles développera ces mystères; nos » descendants s'étonneront de notre ignorance sur des vérités si simples, » si naturelles. ..... Quant à nous, étudions la nature, hasardons quelques » conjectures sans présumer d'avoir atteint la connaissance de la vérité, » mais aussi sans désespérer d'y parvenir. »

GÉOLOGIE. — *Sur les micaschistes nacrés des montagnes occidentales du bassin du Rhône; par* **M. J. Fournet.**

« Dans ces roches, le mica est peu coloré ou incolore, à l'état de lamelles fines et serrées entre elles, de manière à communiquer à la masse un éclat tellement spécial, qu'il me paraît suffisant pour constituer un caractere distinctif. Le plus généralement connu de ces micaschistes nacrés est celui qui

nous arrive des Alpes du Saint-Gothard, accompagné de ses beaux cristaux de disthène et de staurotide. On y rencontre aussi des grenats et des tourmalines sur d'autres points des mêmes montagnes.

» Les micaschistes nacrés n'offrent pas partout la perfection du précédent. Leur état cristallin est quelquefois imparfait; ils laissent entrevoir au milieu de leurs masses un schiste argileux dont ils semblent dériver. Étant d'ailleurs généralement aussi éloignés que possible des grands centres d'éruption du granit ancien, ils sont établis dans des positions intermédiaires entre les schistes chloriteux et les micaschistes grossiers. Telle est du moins la conclusion à laquelle aboutiront les détails dans lesquels je vais entrer, en attendant que l'avenir me permette d'en compléter la connaissance.

» Ceci posé, je déclare n'avoir pas encore rencontré le micaschiste nacré au nord de Lyon, où les montagnes, le bas plateau du Beaujolais, l'ensemble du cirque de l'Arbresle, etc., sont occupés par les schistes chloriteux et par les terrains carbonifères, sur lesquels ont agi les porphyres et les syénites Il faut arriver à la chaîne d'Izeron et au bas plateau lyonnais pour rencontrer les roches cristallines primordiales; mais celui-ci étant trop déprimé n'offre encore que des granits, des gneiss et des micaschistes grossiers jusqu'à l'approche du Pilat dont le soulèvement intense a enfin amené au jour le micaschiste nacré.

» Celui-ci commence à se montrer près des bords du Couzon sur la rive droite du Gier; mais, pour le voir développé avec ses caractères fondamentaux, il faut gagner les points où l'arête du Pilat s'est abaissée dans le bas plateau comme, par exemple, vers Trèves, station qui est pour ainsi dire hors de l'influence de la masse granitique de la montagne. Sur la partie en question, un sol de couleur pâle, amaigri par les détritus de la roche micacée, est l'indice de la nouvelle formation. Bientôt on en remarque les dalles, généralement plates, disséminées sur les bords des chemins; enfin on rencontre le système en place sous l'église même du village.

» Les rampes vivaraises en offrent encore successivement des lambeaux plus ou moins étendus, tels que ceux de la vallée du Doux où ils contiennent des cristaux de staurotide, ceux des environs de la Voulte, du Pape sur l'Eyrieux et de Boffres. Enfin, pour trouver des nappes continues, il faut franchir le Tanargue, arête transversale à la chaîne générale comme le Pilat et intermédiaire entre lui et la Lozère, tant par sa position que par sa hauteur de 1528 mètres, celle du Pilat étant de 1433 mètres, et le Crucinas dans la Lozère atteignant 1718 mètres. Tous trois sont également

granitiques, mais le Tanargue préside à une émersion encore plus complète de la formation micaschisteuse. On ne la perd pour ainsi dire plus de vue depuis les hauteurs de Pigère jusqu'au delà de Bessége. Mais, déjà ici, au milieu des méandres de la Cèse et en tirant de Peyremale vers Vialas, on découvre un mélange de lames à mica brun avec des nœuds de quartz tourmalinifères, et d'assises verdâtres sur lesquelles nous aurons à revenir par la suite. Leur direction est à peu près N.-S. incl. E. 20 à 25°.

» Sur les hauteurs de Tarabias et de Dieuses (alt. 600 mètres), de même qu'à la descente vers Genolhac (alt. 493 mètres), l'ensemble est nacré, blanc et analogue à la roche de Trèves, et pourtant il est lié à une assez grande quantité de lames semblables à des ardoises fortement lustrées, blanches ou grises. On y rencontre, en outre, des bancs plus épais, plus grossiers, finement grenus entre leurs lamelles micacées et dont on pourra faire au besoin des grès schisteux à très-petits grains, ou bien encore des sortes de quartzites très-schisteux; mais, avant tout, il conviendra de s'assurer si ces granules sont du feldspath ou du quartz dont la cristallisation a été simplement atrophiée. Quoi qu'il en soit, vers Vialas (alt. 227 mètres), ces mêmes roches paraissent rubanées de gris et de blanc, suivant les feuillets qui tour à tour sont micacés et sableux. Les filons plombifères de la localité sont inclus dans ces schistes qu'ils ont torturés dans leur voisinage et dont ils empâtent les débris parfois métallisés.

» En montant de Vialas à la source du Gardon d'Alais, le schiste, reprenant un caractère plus ardoisé, ne laisse d'abord plus voir les parties rubanées; mais, vers les grandes hauteurs de Saint-Privat-de-Vallongue, on retrouve les espèces de quartzites schisteux qui se laissent lever en plaques épaisses, dures, propres à daller les granges et à confectionner des marches d'escalier. Quelques-uns des micaschistes nacrés de cette partie renferment de petits prismes noirâtres, dont on fera à volonté des staurotides ou des macles. Au surplus, les mêmes variations se renouvellent tout le long de l'interminable descente de la vallée du Gardon, et le miroitement de ces roches ne contribue pas peu à aggraver la fatigue. Elles réfléchissent la lumière du soleil méridional avec une intensité qui blesse les yeux, à peu près comme pourrait le faire un tapis de neige. Naturellement cette lumière est fortement polarisée.

» Avant d'aller plus loin, je fais remarquer que si j'ai insisté sur les parties argileuses et sableuses de la formation, il ne faudrait pas en conclure qu'elles dominent dans l'ensemble; j'ai simplement voulu faire ressortir les oscillations du système entre deux constitutions minéralogiques différentes,

parce que ces variations sont de nature à jeter du jour sur la géogénie de la formation. Elles indiquent évidemment une période durant laquelle la tendance à la cristallisation, si manifeste chez les micaschistes ordinaires, se trouvait notablement amoindrie. Alors aussi l'influence du calorique, primitivement toute-puissante, allant en s'affaiblissant, laissait à l'eau une part plus large, et, par suite, son rôle devenait plus conforme à celui qu'elle a joué depuis dans les dépôts secondaires et tertiaires. Ceci posé, reprenons le fil de nos détails stratigraphiques.

» En aval du Collet-de-Dèze, à l'approche de la Levade, les schistes verdissent notablement, sans être pour cela sensiblement micacés. Cet aspect devient peu à peu plus fréquent au milieu des micaschistes nacrés et blancs; mais, auprès du torrent de Valoussières, des accidents plus hardis dérangent l'uniformité générale. Ils se lient à la présence d'une roche dont l'apparence gneissique ainsi que la dureté sont occasionnées par de nombreuses veinules de quartz, parallèles à la stratification, associées à une sorte de chlorite, et de plus, une multitude de petits points quartzeux et feldspathiques sont distribués entre les feuillets schisto-micacés assez largement cristallisés bruns ou verts. Enfin, à la Levade, près du terrain houiller, l'ensemble devient décidément chloriteux.

» Ces nouveaux schistes, qui s'annonçaient depuis quelque temps, sont probablement sur le prolongement des roches qu'au début de mon circuit je rencontrai sur les bords de la Cèze, et leur ressemblance avec celles des environs de Chessy et de Sain-Bel ne me laisse aucun motif pour douter de l'existence du système des schistes chloriteux sur la périphérie du massif de la Lozère. S'il a échappé jusqu'à présent à l'attention des géologues du pays, c'est parce que, étant presque immédiatement recouvert par les terrains houillers et secondaires, il ne montre point le beau développement qui le rend si remarquable dans le Lyonnais. Au surplus, sans quitter le midi de la France, on verra que, par leur position excentrique, les schistes verts du Gardon et de la Cèze sont en quelque sorte le prélude des schistes siluriens, des calcaires dévoniens et carbonifères, dont nous avons rencontré, M. Graff et moi, les belles et puissantes nappes fossilifères non loin d'ici, dans les environs de Neffiez, et dont, en 1850, j'ai poursuivi isolément l'étude le long de la base de l'Espinouse. Ici encore, en montant des bords de l'Orb, à Hérépiau (alt. 184 mètres), aux hauteurs du Mas-de-Souliès qui, au sud-est, limitent l'horizon de Saint-Gervais (alt. 585 mètres), j'ai retrouvé, au-dessous des terrains de transition, les schistes ardoisés, les quartzites et les schistes verts dont la cristallisation chloriteuse est simplement moins prononcée que

dans le Lyonnais; mais bien certainement on en découvre qui seraient de nature à faire hésiter, quant à la provenance, si l'on ne possédait que de simples échantillons de l'une et de l'autre station, tellement leur ressemblance est parfaite. D'ailleurs, en descendant des hauteurs gneissiques et granitiques de l'Espinouse (alt. 1284 mètres) vers Saint-Pons-de-Thomières, on peut reconnaître qu'en général le caractère ardoisier augmente en raison de l'éloignement des centres primordiaux, en même temps que les calcaires acquerent une plus grande importance en se montrant finalement à l'état de bancs cristallins, parfois très-puissants.

» En résumé, les micaschistes nacrés du Lyonnais et de l'Ardèche sont les premiers indices du bel ensemble de la Lozère et de l'Espinouse. Sauf les perturbations qui jettent quelques désordres dans l'ensemble, ils passent aux schistes chloriteux, entremêlés comme eux de schistes argileux plus ou moins purs, plus ou moins quartzeux. La différence roule principalement sur l'intervention postérieure de l'élément ferreux qui a verdi les derniers termes de la série azoïque, laquelle tendait à passer graduellement au puissant système silurien fossilifère, en présentant des marbres cristallins dont les analogues se retrouvent dans le Lyonnais, à Ternand près de Tarare, comme à Vaux sur la Vauxonne dans le Beaujolais.

» En thèse générale, je ne regarde la description d'un terrain comme étant bien complète, qu'autant qu'elle est appuyée d'observations sur la configuration du pays dont il forme une partie vraiment importante. On excusera donc les derniers détails dans lesquels je vais entrer.

» Le micaschiste nacré est susceptible d'être clivé en feuillets sinon aussi minces que les ardoises, du moins capables de fournir des plaques pouvant servir en guise de tuiles. L'abondance de ces sortes de produits désignés sous le nom de *lauses* dans la grande majorité de la France méridionale, a fait supposer que celui de *Lozère* n'a point d'autre origine, la contrée n'étant, pour ainsi dire, qu'une immense carrière de ces sortes de pierres. Je n'ai pas à m'arrêter davantage sur cette étymologie; par contre, je ferai remarquer que leur schistosité se prête admirablement à l'action des moyens de démolition employés par la nature. Mais sous le climat méditerranéen, c'est aux énormes averses amenées par le sud qu'est dévolue la principale part. On rencontre donc assez fréquemment des collines écorchées, des crêtes souvent dentelées, des incisions verticales et profondes, servant à des écoulements temporaires.

» Toutefois ces effets, qui peuvent pour un moment fixer l'attention du passant, ne sont que d'insignifiants accidents à côté des creusés effectués

par les rivières du pays, les trois Gardons, le Galeizon, le Luech, l'Homol et la Cèze, cours d'eau plus dévergondés les uns que les autres dans les moments de leurs exaspérations, et tous dignes d'être indifféremment pris pour types d'un genre de torrents qui n'est ni le *Nant ordinaire*, ni le *Nant sauvage* des Alpes. Il diffère également du genre de la *rivière torrentielle*. Habituellement, les fleuves des pays plats sont méandriques, comme l'est la Seine. Ils le deviennent surtout, lorsque, approchant des embouchures, leurs lits alluviaux se nivellent avec la mer. Ici les méandres transportés dans la montagne faussent la loi générale, les plis et les replis les plus tortueux, les plus excentriques, se succèdent parfois avec une stupéfiante brusquerie, et il n'est guère possible de les expliquer uniquement par les failles dont l'intervention aurait facilité ces sortes de tracés.

» Pour les concevoir, il faut remonter à la constitution de l'ensemble du terrain; il faut tenir compte de l'intercalation des quartzites plus solides au milieu des parties plus ardoisières. Dans l'impossibilité de rompre toujours directement ces barrières, l'eau ne peut que les longer jusqu'à la rencontre d'une partie faible, capable de céder à son action. Pénétrant ensuite dans une nouvelle série de feuillets tendres, elle tend à reprendre le fil de la pente naturelle du sol, et elle y revient, en suivant plus ou moins exactement leur direction, en s'infléchissant dans leur sens. De là finalement ces sinus gigantesques, pressés les uns contre les autres, dont l'observateur se plait à examiner les étranges déviations dans certaines parties des rampes de ces montagnes. Les berges rapides, la profondeur des excavations, leur difficile parcours, se laissent ensuite comprendre facilement. A moins de percer une interminable suite de galeries, l'établissement des routes riveraines y serait impossible; aussi sont-elles fort souvent établies sur le dos des contre-forts qui les séparent. Ce n'est guère qu'aux débouchés vers les plaines, où se montrent des terrains différents, où la pente est adoucie, ou bien encore vers leur origine, là où les torrents sont pour ainsi dire naissants, que les vallées prennent des physionomies différentes. Sur ces hauteurs en particulier, elles peuvent simuler les douces combes oxfordiennes du Jura, témoin la Vallongue près de Saint-Privat. Encore celle-ci est limitée, vers le haut, par une arête visible de loin, tranchante, âprement dentelée, et qui sépare le torrent affluent du Gardon d'avec le Mimente, affluent du Tarn. Le col où elle est établie est désigné sous le nom de Jalcrest, traduction languedocienne des mots *galli crista* (crête de coq). Les filons plombifères de Bluech et Pradal, établis à cette altitude de 840 mètres, intervien-

nent dans cette configuration, en ce sens, le Jalcrest n'en est pour ainsi dire que l'affleurement.

» La recherche des relations qui peuvent exister entre le micaschiste nacré et le granit de la Lozère, dont l'identité avec ceux du Pilat, du Tanargue et de l'Espinouse ne peut pas être méconnue, conduit à d'autres considérations. Étant primordial comme eux, il était solidifié avant qu'il eût percé au travers de la roche schisteuse; du moins il ne m'a pas été possible d'observer à leur contact les actions réciproques du métamorphisme. Sans doute des fragments micacés sont empâtés dans la roche éruptive; mais ils m'ont paru détachés des gneiss et des micaschistes proprement dits, bien plus que de la formation en litige, lors même qu'elle se trouvait à proximité, comme par exemple à Vialas. L'interposition de ces détritus, dans la masse en fusion, ou plutôt encore suffisamment molle, a fait naître par endomorphisme une cristallisation du feldspath toute spéciale, en ce sens que cet élément s'est développé en abondance et au point d'atteindre la longueur du doigt, tandis que les morceaux des roches micacées se distinguent les uns par leur forme fragmentaire, les autres étant tantôt amenés à l'état de boules de la grosseur de la tête, ou bien encore à celui de lames allongées et tortueuses. A quelques variantes près, ces phénomènes rappellent ceux que présentent les roches de Tournon sur les bords du Rhône, ceux de Pont-l'Évêque près de Vienne, ceux de la cascade des eaux minérales de Charbonnières. D'ailleurs je ne prétends pas avancer qu'ils sont spécialement inhérents au granit ancien, et je saisis l'occasion de rappeler que, d'après M. J. Castelnau, les roches de la Lozère sont parfois chargées d'amphibole, circonstance qui nous amène à y caser les syénites auprès des granits anciens.

» Ces accidents se montrent entre autres au piton du Trenze, pyramide haute, rudement sculptée, et qui malgré son aspect ardu n'est que l'extrémité d'une arète détachée des culminances granitiques du Bois-des-Armes (altitude 1101^{m}) et du Noc-de-Malpertus, dominant la source du Tarn (altitude 1683^{m}). Il semble placé en face des rochers schisteux de la Farge et à côté du Chatelas, comme pour défendre l'entrée d'un affreux *bout du monde* dont Vialas occupe le centre et vers lequel convergent le Luech, affluent de la Cèze, en même temps que plusieurs autres torrents qui, à cause de leurs eaux abondantes, ont fait donner le nom d'Aigaviz à l'ensemble de la partie montagneuse où ils sont établis (aigue, *aqua*).

» Mais pour acquérir une idée plus large au sujet de la question qui nous occupe, montons sur les hauteurs du col de l'Espinouse, au-dessus de Cas-

tagnol. Sur ces sommités, les schistes sont dirigés, en gros, E.-O., incl. S. 25°, contrairement à ce que nous avons vu à Peyremale, et en portant les regards en arrière, Vialas apparaît comme un point jeté au milieu d'un vaste cirque aquifère, dans lequel le scabreux rocher du Trenze n'est plus qu'une minime saillie échappée à la démolition des rampes granitiques qui se détachent du massif central établi au nord. En raison de son âpre nudité et de sa blancheur, celui-ci contraste avec le manteau brunâtre et schisteux qu'il surmonte, et ce contraste est encore exalté par le caractère spécial des ruines séculaires de chacun des deux systèmes géologiques mis en présence. Entre les excessives érosions des schistes et les grands démantèlements des granits, l'œil saisit vite la différence qui résulte de la structure compacte des uns et de l'état fossile des autres. Ceux-ci s'émiettent, tombent en esquilles qu'emportent les torrents et laissent sur place de longues et nombreuses arêtes, orientées dans divers sens, abruptes d'un côté, moins raides de l'autre, dentelées tranchantes, rarement hardies.

» Les granits au contraire, monolithes entassés, donnent naissance à des pyramides, à des pilastres, dont le crayon figurera certainement mieux que la parole l'irrégulière façon et les indifférents profils. Tels sont Peyrealte déjà plus élevé que le Pilat (alt. 1460^{m}), Malpertus (alt. 1683^{m}), le Roc des Aigles (alt. 1690^{m}), enfin le Truc de la Régalisse, sommet du Crucinas (alt. 1718^{m}).

» De ma station sur l'Espinouse, le désaccord est d'autant plus palpable, qu'elle est sur une des parties hautes de l'entassement compris entre les plaines rhodaniennes et la montagne proprement dite. Se trouvant, en outre, sur le versant escarpé de la chaîne, le raccourci laisse voir quelque chose comme Pélion sur Ossa; mais il n'en est plus de même du côté de Mende, vers lequel une douce déclinaison confond le tout dans un vague commun. Encore, si, sans changer de place, je me tourne vers l'est, tout se simplifie avec l'abaissement progressif de la nappe schisteuse. On ne voit donc plus qu'une répétition continuelle de contre-forts, dont les hauteurs successivement amoindries s'effacent au loin avec l'horizon nivelé des pays-bas languedociens, ou bien avec celui de la mer que dans les belles journées on peut distinguer des sommets de la Lozère. Et n'oublions pas que, dans cette direction, le micaschiste nacré ne tardant pas à plonger sous les schistes chloriteux, ne se relève avec eux que contre les flancs des Alpes, comme je l'ai expliqué dès le début et plus particulièrement dans mon travail sur l'*Extension des terrains houillers*. (*Ann. de l'Académie de Lyon*, 1855.)

» Il est naturel d'imaginer qu'indépendamment de sa continuité jus-

qu'aux Alpes, la formation doit aussi se prolonger du côté de la France centrale où s'étend d'ailleurs tout l'ensemble primordial. Toutefois, n'ayant pas eu le loisir d'en faire la recherche de ces côtés, je me suis contenté d'amorcer la question, en prenant mon point de départ aux environs de Saint-Étienne, près de Saint-Héand. Ici au nord de Saint-Priest, à la Guillonière, sont étalés des lambeaux houillers non indiqués sur la carte de M. Gruner, mais dont j'ai dû faire mention dans le travail précité. Là aussi on découvre le micaschiste nacré, et il est d'autant mieux caractérisé, qu'à ses propriétés fondamentales se joint l'interposition d'une multitude de ces petits prismes noirs déjà signalés à l'occasion des roches des vallées du Doux et de Saint-Privat de Vallongue. Or la position de Saint-Héand, sur le versant de la Loire, autorise à conclure que de nouveaux lambeaux, et probablement des nappes soutenues se trouveront redressés au delà du fleuve, contre le massif de Pierre-sur-Autre, et par suite dans diverses parties de l'espace occidental. Il y a donc là tout un intéressant sujet d'études dont le résultat sera de jeter un peu de variété sur la trop grande uniformité admise à l'égard des micaschistes. »

ASTRONOMIE. — *Observations de la planète découverte à Milan par* M. Schiaparelli; *Lettre du* P. Secchi *à* M. Le Verrier.

« *M. Schiaparelli*, astronome à Milan, m'ayant communiqué la découverte d'une nouvelle planète, qui serait la (68), j'en ai fait les observations suivantes avec le micromètre filaire du grand équatorial :

1861.	T. M. de Rome.	Æ (68)	Ⓓ (68)	Nombre des compar.
	h m s	h m s	° ′ ″	
Mai 7	9.21.20	10.26. 7,183	+7.42.31,26	6
8	8.26.22	10.26.40,438	7.42.19,15	5
9	8.39.57	10.27.16,488	+7.42. 9,10	7

» Grandeur 11ᵉ à 12ᵉ. Le 7 et le 8 mai, la planète a été comparée avec l'étoile 20436 L. H. C. = Weisse X^h 446, et on a adopté la position suivante, déduite à l'équatorial de celle de 48 *Leonis* :

$$\alpha = 10^h 26^m 9^s,52, \qquad \delta = 7^\circ 47' 36'',45.$$

» Le 9 mai, la planète a été comparée directement avec l'étoile 48 *Leonis*, adoptant la position suivante déduite du XII y catal. :

$$\alpha = 10^h 27^m 35^s,28, \qquad \delta = +7^\circ 39' 40'',95. \text{ »}$$

M. le Secrétaire perpétuel fait hommage à l'Académie, au nom de l'auteur *M. Plana*, de deux nouveaux ouvrages de l'illustre académicien, intitulés :

Le premier, *Lettres de M. J. Plana à M. John W. Lubbock sur la Théorie de la Lune;*

Le second, *Mémoire sur l'intégration des équations différentielles relatives au mouvement des comètes, établies suivant l'hypothèse de la force répulsive définie par* M. Faye, *et suivant l'hypothèse d'un milieu résistant.* (Voir au *Bulletin bibliographique.*)

RAPPORTS.

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — HYDRAULIQUE. — *Rapport sur un Mémoire de* M. Dupuit, *intitulé :* Mémoire sur le mouvement de l'eau à travers les terrains perméables.

(Commissaires, MM. Dupin, Poncelet, Combes rapporteur.)

« Le mouvement de l'eau dans les terrains perméables voisins de la surface ou situés dans la profondeur, sous des assises qui les soustraient à nos regards et au libre contact de l'atmosphère, se dérobe à l'observation directe. Les phénomènes qu'il présente ont été peu étudiés, et le petit nombre de faits isolés que l'on a recueillis ne sont rattachés entre eux, ou subordonnés les uns aux autres par aucune vue théorique. C'est cette lacune que M. Dupuit, inspecteur général des Ponts et Chaussées, a essayé de combler, dans le Mémoire dont l'Académie nous a chargés de lui rendre compte.

» Il est divisé en deux parties. Dans la première, l'auteur établit les formules du mouvement des eaux à travers les terrains perméables; dans la seconde, il applique les principes qu'il a développés aux questions qui intéressent l'agriculture, l'économie domestique et l'art de l'ingénieur. Il traite d'abord des eaux traversant des filtres naturels ou artificiels et des terrains accessibles à la pression atmosphérique, comme celles qui alimentent un grand nombre de sources naturelles, remplissent des tranchées superficielles et auxquelles on donne écoulement par des fossés découverts ou des drains. Il examine ensuite le cas des eaux coulant en nappes souterraines, comme celles que l'on rencontre dans le creusement de certains puits de mines, ou que l'on atteint par les puits forés dits artésiens.

» M. Dupuit rappelle d'abord la formule $i = \frac{\chi}{\Omega}(\alpha u + \beta u^2)$ que les hydrauliciens appliquent au mouvement uniforme de l'eau dans un canal découvert, dont le fond serait incliné à l'horizon d'un angle dont i désigne le

sinus, et fait remarquer que si le canal est rempli par un terrain perméable, du sable par exemple, l'eau y prendra une vitesse beaucoup moins grande en coulant à travers les interstices des grains, qui forment comme une infinité de tuyaux très-déliés. Si le sable est bien homogène, tous les filets liquides auront même vitesse, puisque la force mouvante et les résistances à vaincre seront les mêmes partout, et on pourra appliquer la formule du mouvement uniforme dans un canal libre en donnant au rapport $\frac{\chi}{\Omega}$ du périmètre mouillé à la section une certaine valeur μ qui dépendra de la nature du terrain perméable. Comme d'ailleurs la vitesse u est toujours fort petite, βu^2 sera très-petit par rapport à αu et pourra être négligé, de telle sorte qu'on pourra poser simplement l'équation $i = \mu u$, dans laquelle les deux facteurs $\frac{\chi}{\Omega}$ et α sont confondus dans un même coefficient numérique μ.

» La justesse de ce premier aperçu est confirmée par les faits observés, dont on aurait pu déduire la formule fondamentale précédente. Plusieurs ingénieurs, et notamment feu M. Darcy, ont en effet constaté que le débit par unité de surface d'un filtre de composition déterminée varie proportionnellement à la charge d'eau sur la surface filtrante et en raison inverse de l'épaisseur du filtre. Pour un filtre de gros sable dans lequel la somme des espaces vides était les $\frac{38}{100}$ du volume total, M. Darcy a trouvé que le débit par mètre carré de surface filtrante et par seconde, exprimé en mètres cubes, était représenté par la formule

$$Q = 0{,}0003\,\frac{H}{e},$$

où H est la charge d'eau sur la base et e l'épaisseur du filtre traversé. Or le débit est proportionnel à la vitesse de l'eau dans les interstices du filtre, le rapport $\frac{H}{e}$ de la charge d'eau à l'épaisseur est la même chose que le rapport i de la chute à la longueur du terrain perméable traversé. L'observation est donc d'accord avec la formule $i = \mu u$.

» M. Dupuit fait remarquer que, si l'on assimile un filtre à un faisceau de tubes capillaires d'une longueur égale à son épaisseur et offrant ensemble au passage de l'eau des sections dont la somme serait à la section transversale du filtre dans le rapport de la somme des interstices vides au volume total de celui-ci, on déduira du débit observé la vitesse u correspondante, dans cette hypothèse, au cas où la charge est égale à l'épaisseur du filtre et la valeur du coefficient μ égale à l'unité divisée par cette vitesse.

On trouve, en opérant ainsi, pour des filtres grossiers tels que celui de M. Darcy, des vitesses inférieures à 1 millimètre par seconde et des valeurs du coefficient μ supérieures à 1000; pour les filtres usuels, on arrive, en partant des débits observés, à des valeurs plus petites encore de la vitesse. Les terrains naturels étant plus serrés que les filtres dont nous faisons usage, la vitesse de l'eau s'y trouve réduite à des dixièmes, des centièmes et des fractions encore plus petites de millimètre par seconde, d'où M. Dupuit conclut qu'on est parfaitement autorisé à considérer la fonction de la vitesse qui exprime la résistance au mouvement comme étant réduite à son premier terme.

» La vitesse de l'eau restant toujours extrêmement petite, la partie de la charge qui correspond à la variation de la force vive de l'eau, lorsque le mouvement à travers les terrains perméables n'est pas uniforme, est négligeable par rapport à celle qui est employée à surmonter les résistances au mouvement. L'équation $i = \mu u$, qui caractérise le mouvement uniforme, peut donc aussi représenter le mouvement varié.

» Ceci admis, l'auteur en déduit facilement l'équation générale du mouvement varié de l'eau à travers une couche perméable et homogène de largeur indéfinie, accessible dans toute son étendue à la pression atmosphérique et reposant sur un sol imperméable horizontal ou uniformément incliné soit dans le sens du mouvement, soit en sens inverse. Il met en évidence par la discussion et quelques transformations qu'il fait subir à cette formule, les circonstances principales propres à ce genre de mouvement, ses analogies et ses différences avec le régime des rivières ou canaux découverts sur lequel l'auteur a publié en 1848 des études étendues et bien connues de tous les hydrauliciens. Comparant, comme il l'a fait dans cet ouvrage, les ordonnées du profil qu'affecte la surface de l'eau coulant d'un mouvement varié à travers un terrain perméable, reposant sur un sol incliné dans le sens du mouvement, à la profondeur qu'elle prendrait pour un même débit et dans le même terrain, si la vitesse et la section restaient constantes, c'est-à-dire si le régime était uniforme, M. Dupuit arrive à une équation renfermant seulement les rapports des coordonnées de ce profil à la profondeur du régime uniforme et de laquelle le débit est éliminé. Il résulte de là que le profil correspondant au cas où la hauteur du régime uniforme égale l'unité étant une fois construit, on peut en déduire les profils correspondants à des hauteurs différentes du régime uniforme, ou bien construire des tables qui dispensent, dans chaque cas particulier, de longs calculs numériques. Les courbes des remous de gonflement ou d'abaissement résultant d'un trouble apporté dans l'uniformité du régime par une cause quelconque,

telle que des travaux exécutés ou un épuisement opéré artificiellement en un point d'un cours d'eau qui traverse un terrain perméable, sont déterminées directement par cette équation. Elles sont indépendantes du coefficient qui exprime le degré de perméabilité du terrain, parce que l'influence de celui-ci est implicitement comprise dans la hauteur du régime uniforme qu'on suppose connue. Une conséquence de cette discussion est que l'influence d'une même dénivellation déterminée par une cause quelconque qui vient troubler l'uniformité du régime, se fait sentir à des distances beaucoup plus grandes dans une nappe traversant un terrain perméable que dans une rivière où l'eau coule librement.

» Passant au cas où le terrain perméable est contenu entre des parois imperméables à l'air, M. Dupuit discute l'équation $\frac{H}{l} = \mu u$, qui résulte des expériences directes sur le débit des filtres, aussi bien que des considérations développées au début de son Mémoire. Elle s'applique au cas de deux réservoirs mis en communication par une conduite remplie d'une masse homogène et perméable que l'eau doit traverser. Les conséquences sont faciles à apercevoir. Si la section de la conduite est uniforme, la pression en un point quelconque sera mesurée par une colonne d'eau de hauteur égale à l'abaissement de ce point au-dessous du niveau supérieur diminué d'une quantité proportionnelle à la longueur développée de la conduite que le liquide a dû traverser pour arriver en ce point. Il suit de là que, pour une conduite rectiligne et inclinée sous un angle quelconque à l'horizon, la ligne des pressions manométriques est une droite joignant les extrémités des ordonnées qui mesurent les pressions à ses deux extrémités d'amont et d'aval. Si ces deux dernières pressions sont égales, la pression est constante dans toute l'étendue de la conduite, et quand elles sont nulles, comme cela arrive quand il n'existe aucune charge d'eau sur sa partie supérieure et qu'elle débouche librement dans l'atmosphère, ses parois n'éprouvent aucune pression de la part de l'eau filtrante. Ainsi lorsqu'un filtre se vide, la pression exercée sur ses parois par l'eau en mouvement est nulle et son débit est uniforme, à partir du moment où sa surface supérieure cesse d'être couverte d'eau. Les barbacanes ménagées dans les murs destinés à soutenir des terrains aquifères, en laissant à l'eau un libre écoulement, déchargent ces murs de la pression que l'eau en repos exercerait sur eux.

» Si la conduite se compose de plusieurs parties successives de sections et de perméabilités différentes, le débit et les courbes des pressions s'obtiennent sans difficulté. Il en est de même dans le cas où la section varie d'une manière continue en fonction de sa longueur. Dans tous les cas, le

débit est indépendant de l'ordre dans lequel se présentent les divers tronçons de la conduite au passage du liquide.

» Ces principes fondamentaux du mouvement de l'eau à travers les terrains perméables sont très-simples et présentés dans la première partie du Mémoire de M. Dupuit avec un talent remarquable d'exposition.

» Les applications dont il s'occupe dans la seconde partie sont précédées de considérations générales sur l'origine, la distribution et le mouvement des eaux dans les terrains perméables découverts d'où sortent la plupart des sources naturelles, et dans les couches recouvertes par des assises imperméables, du sein desquelles l'eau remonte à la surface, quand la sonde lui a ouvert un passage. L'eau, en traversant incessamment les terrains perméables, peut y créer, par dissolution ou par entraînement mécanique, des canaux larges, à peu près libres d'obstructions, où le régime serait le même que dans des canaux découverts ou des tuyaux de conduite. Ces sortes de drains naturels, irréguliers, alimentés par les eaux égouttées des terrains perméables dans lesquels ils existent, donnent lieu à des sources. Il est vraisemblable qu'ils se rencontrent plus fréquemment dans les terrains voisins de la surface et d'une petite étendue que dans les couches recouvertes par des roches imperméables et où les eaux pluviales introduites par les affleurements supérieurs vont se déverser à des distances très-grandes par les affleurements inférieurs que recouvrent fréquemment les eaux des rivières ou de la mer. Quoi qu'il en soit, la vitesse de l'eau dans les terrains perméables est uniquement déterminée par la pente à la surface ou la charge, et n'augmente pas, comme dans les cours d'eau naturels et les conduites libres, avec la section du lit. Pour donner passage à une quantité d'eau double ou triple, à égalité de charge ou de pente, il faut une section double ou triple. Cela atténue grandement l'influence de l'irrégularité des pluies sur les variations du débit des sources. Si, par exemple, un filtre qui débite 1 mètre cube d'eau par vingt-quatre heures sous une charge d'eau de 10 mètres est rechargé une seule fois par jour de tout le volume d'eau qu'il débite dans cet intervalle de temps, non-seulement son débit ne sera jamais interrompu, mais ses variations extrêmes ne dépasseront pas $\frac{1}{10}$. Elles se réduiraient à $\frac{1}{20}$, à $\frac{1}{30}$, etc., si l'épaisseur du filtre était doublée, triplée, etc. Ainsi les couches superficielles perméables d'une petite étendue pourront bien s'égoutter complétement et les sources qui en sortent tarir, par de longs intervalles de sécheresse; mais il n'en sera pas de même des puits artésiens alimentés par des couches d'une très-grande étendue, lorsque

le point de déversement de ces puits sera à un niveau notablement inférieur aux affleurements supérieurs des couches. Les plus longs intervalles de sécheresse auront une influence à peine sensible sur le débit.

» Citons maintenant quelques-uns des résultats fournis à M. Dupuit par l'application de ses formules. Il traite d'abord des puits et galeries creusés dans les couches perméables voisines de la surface et accessibles à la pression atmosphérique. Il considère le cas d'un puits ordinaire qui traverserait complétement un terrain aquifère perméable reposant sur un sol imperméable horizontal. Il suppose ce puits percé au centre d'un massif filtrant, de forme cylindrique, d'un rayon beaucoup plus grand que celui du puits, et sur tout le contour duquel l'eau serait entretenue à un niveau constant, tandis qu'un épuisement régulier maintiendrait la surface de l'eau dans le fond du puits à une hauteur déterminée et constante au-dessous du niveau extérieur. La surface supérieure de l'eau, dans le massif perméable et homogène, est une surface de révolution dont l'axe se confond avec celui du puits et ayant pour méridien une courbe convexe vers le ciel, dont les carrés des ordonnées verticales, comptées à partir du sol sur lequel repose le massif, croissent comme les logarithmes des abscisses comptées à partir du centre du puits. Le rayon du puits et celui du massif filtrant étant donnés, la courbe méridienne de la surface de l'eau est complétement déterminée par les hauteurs constantes du niveau de l'eau dans le puits et sur le pourtour du massif. Elle est indépendante du degré de perméabilité du terrain et du volume d'eau débité qui varient simultanément. Pour une même différence de niveau dans le puits et sur le pourtour du massif, le volume d'eau débité reste le même, quand le rayon du puits et celui du massif augmentent ou diminuent ensemble, de manière que leur rapport reste constant. Le volume d'eau débité augmente, toutes choses égales d'ailleurs, avec le rayon du puits, mais dans une proportion généralement beaucoup moindre que ce rayon, et lorsque celui-ci reste toujours une petite fraction du rayon du massif, comme cela a généralement lieu dans la nature, l'accroissement du rayon du puits n'accroît pas sensiblement le volume d'eau débité. L'auteur démontre ensuite que la forme du puits et sa position plus ou moins excentrique dans le massif filtrant ne sauraient exercer une grande influence sur le débit.

» Le volume d'eau débité par mètre courant d'une galerie, qui serait percée suivant l'axe d'un massif rectangulaire allongé et indéfini de terrain perméable reposant sur un sol horizontal et baigné latéralement par de l'eau entretenue à un niveau constant, est donné directement par une des

formules établies dans la première partie du Mémoire. M. Dupuit remarque que, lorsque le massif a une grande largeur, le débit par mètre courant de galerie est une petite fraction de celui que fournirait, pour une même dénivellation, un puits creusé au centre du massif. Mais nous devons dire qu'on ne saurait tirer de cette observation aucune conséquence relative aux volumes d'eau respectifs que pourraient fournir un puits et une galerie limitée creusés dans un massif de terrain aquifère perméable. Dans ce cas, l'eau n'arriverait pas dans la galerie seulement sur les côtés, mais aussi par les deux extrémités, et la surface du liquide dans le terrain perméable serait tout autre qu'autour d'un puits ou sur les côtés d'une galerie de longueur indéfinie. M. Dupuit n'insiste pas, du reste, sur cette question qui se rattache à la théorie du drainage, et sur laquelle il se propose de revenir plus tard.

» Les équations applicables aux puits ordinaires alimentés par des eaux filtrées à travers les terrains superficiels, le deviennent également aux puits absorbants creusés dans ces mêmes terrains, moyennant un simple changement de signe. Le débit de ces puits, quand le terrain perméable dans lequel ils sont creusés a une étendue quelque peu considérable, restant à peu près indépendant de leur diamètre, on comprend comment pour les pièces d'eau, les réservoirs, les canaux, etc., l'importance des fuites ne peut se mesurer à la grandeur des orifices, mais dépend surtout de leur position. Quelques fissures distribuées sur toute la surface donneront lieu à une perte d'eau plus grande qu'une fissure unique même beaucoup plus large que leur somme, ou que plusieurs fissures rapprochées dans un petit espace.

» La dernière partie du Mémoire de M. Dupuit est consacrée aux puits forés ou artésiens. Il considère un puits foré au centre d'un massif de terrain perméable circulaire, compris entre deux assises imperméables et baigné sur tout son pourtour par des eaux dont le niveau est supérieur à celui de l'orifice du puits.

» Dans cette hypothèse, le débit du puits est, pour un terrain de perméabilité déterminée, proportionnel à la charge sur l'orifice de déversement, c'est-à-dire à la distance verticale de cet orifice au-dessous du plan qu'atteindrait la surface de l'eau en équilibre dans le tuyau ascensionnel, si celui-ci était suffisamment élevé pour qu'il n'y eût pas d'écoulement, à l'épaisseur de la couche perméable et en raison inverse du logarithme du rapport du rayon du massif perméable au rayon du puits.

» La pression dans la couche aquifère augmente proportionnellement au logarithme de l'abscisse ou de la distance au puits et la courbe des pressions

reste indépendante du débit et du degré de perméabilité de la masse filtrante. Dans le cas des puits artésiens, comme dans les puits ordinaires, le rayon du puits ne peut avoir d'influence sensible sur le débit, quand les dimensions du massif filtrant sont considérables. Ce résultat doit toutefois être corrigé de l'influence des résistances que l'eau en mouvement éprouve dans le parcours du tuyau ascensionnel; mais cette correction sera toujours très-petite. On peut en effet considérer la charge d'eau comme décomposée en deux parties dont l'une, proportionnelle au débit et par conséquent à la vitesse de l'eau dans le tuyau, serait employée à surmonter les résistances au mouvement de l'eau à travers la couche perméable et dont l'autre, à peu près proportionnelle au carré du débit, serait absorbée par les résistances dans le parcours du tuyau. Désignant donc par H la hauteur du niveau hydrostatique du puits au-dessus d'un plan horizontal fixe, qui sera par exemple la surface du sol, par y la hauteur de l'orifice de déversement au-dessus du même plan, et par q le volume d'eau débité, on aura l'équation

$$H - y = aq + bq^2,$$

a et b étant deux coefficients numériques. Trois expériences faites en coupant le tuyau ascensionnel à diverses hauteurs et mesurant les volumes d'eau débités correspondants suffiraient à la rigueur pour déterminer la hauteur H du niveau hydrostatique, et les deux coefficients a et b dont le second peut être considéré comme constant, aussi bien que le premier, pour peu que le puits soit profond. Le dernier coefficient b peut d'ailleurs être calculé directement, par les formules usuelles de l'hydraulique pratique, en partant des dimensions du tuyau ascensionnel et du volume q observé.

» L'augmentation de débit qu'on pourrait obtenir à une hauteur y au-dessus du sol, par une augmentation quelconque du diamètre du tube ascensionnel et du puits foré lui-même, est mesurée par la différence entre l'abscisse q de la parabole à axe vertical représentée par l'équation

$$H - y = aq + bq^2,$$

et l'abscisse correspondante à la même ordonnée verticale y de la droite représentée par l'équation $H - y = aq$, qui est tangente à la parabole au point dont les coordonnées sont $y = H$, $q = 0$, c'est-à-dire à la hauteur même du niveau hydrostatique.

» MM. Mary et Lefort ont fait, comme délégués d'une Commission municipale, sur le débit du puits artésien de Grenelle, des expériences qui ont

été publiées et discutées dans l'ouvrage de M. Darcy sur les fontaines de Dijon. Le rapport des accroissements de débit obtenus par des diminutions successives des hauteurs de l'orifice de déversement au-dessus du sol à ces diminutions respectives varie entre des limites peu écartées; ces variations ne suivent d'ailleurs aucune loi régulière, et il est permis de les attribuer, en grande partie, à des erreurs d'observation qui sont assez difficiles à éviter dans les essais de ce genre. La loi suivant laquelle le débit varie avec la hauteur paraît donc être exprimée par une équation de la forme $H - y = aq$, comme si les résistances au mouvement de l'eau dans le tube ascensionnel étaient tout à fait insensibles par rapport aux résistances du lit souterrain. Les expériences citées conduisent à fixer la hauteur du niveau hydrostatique du puits de Grenelle à 90 mètres au-dessus de la surface du sol. Le tube étant coupé à 33 mètres, la charge d'eau qui détermine l'écoulement serait donc de 57 mètres. M. Darcy, en calculant par les formules usuelles de l'hydraulique, la perte de charge due au mouvement dans le tube ascensionnel, trouve cette perte égale à 1 mètre; la hauteur de 56 mètres serait donc absorbée par les résistances du lit souterrain.

» La justesse de cette conclusion concernant la petite fraction de la charge totale absorbée par les résistances que l'eau éprouve dans le parcours du tuyau ascensionnel est confirmée par ce fait que le débit du puits de Grenelle, toutes choses restant égales d'ailleurs, n'a subi aucune réduction appréciable, à la suite d'un rétrécissement considérable du passage de l'eau dans la partie inférieure du tuyau ascensionnel, occasionné par l'introduction d'une forte tige quadrangulaire en fer, terminée en pyramide aiguë, qu'on a enfoncée et enracinée dans le sol inférieur aux excavations formées dans la couche aquifère par l'érosion des eaux, afin de maintenir le tuyau dans la situation verticale.

» Le jaugeage des volumes d'eau que débite un puits foré, garni d'un tube parfaitement étanche, suivant que ce tube est coupé à diverses hauteurs, fait connaître le niveau hydrostatique du puits et son débit par mètre de charge sur l'orifice de déversement. On a ainsi une mesure du degré de perméabilité de la couche aquifère. Mais quelle est la distribution des pressions dans la nappe souterraine tout autour du puits? Jusqu'où s'étend son influence suivant chaque direction? Les données manquent pour résoudre ces questions. On ne peut donc prédire à l'avance si le régime d'un puits artésien sera troublé par le forage d'un autre puits sur la même nappe en un point déterminé par rapport au premier. Il est possible

cependant de former à cet égard des conjectures fondées sur la forme plus ou moins hypothétique de la couche aquifère, la situation connue ou présumée des affleurements supérieurs par lesquels elle est alimentée, et des orifices naturels inférieurs d'écoulement.

» Si, au lieu d'un seul puits, il en existe plusieurs voisins les uns des autres dont on ait observé le régime et constaté l'influence réciproque, ces nouvelles données permettront de prévoir presque sûrement l'influence qu'un nouveau puits creusé dans un emplacement voisin exercerait sur les premiers.

» M. Dupuit aborde ce sujet délicat dans la dernière partie de son Mémoire. Il présente à cet égard des considérations judicieuses qui ne doivent pas être généralisées, mais qui, admises avec la circonspection que l'auteur lui-même recommande, fourniront, dans beaucoup de cas, des indications sur les résultats à espérer de puits artésiens, et le choix de l'emplacement convenable pour un nouveau forage, dans une localité où il existerait déjà plusieurs puits de ce genre.

» En résumé, M. Dupuit, partant d'un principe posé depuis longtemps et admis par les hydrauliciens, soit comme une conséquence ou plutôt un cas particulier de l'équation fondamentale qui donne la vitesse moyenne de l'eau dans les canaux et conduites ordinaires, soit comme étant établi directement par les expériences de Girard et de M. Poiseuille sur le mouvement de l'eau dans des tubes de très-petits diamètres, et de feu M. Darcy sur le débit des filtres, à savoir que dans les cas extrêmes où les parois mouillées ont une très-grande surface et où la vitesse de l'eau est très-petite, la résistance des parois est en raison de la première puissance de la vitesse, en déduit les équations du mouvement de l'eau à travers une couche perméable et homogène de largeur indéfinie reposant sur un sol horizontal ou incliné. Il fait voir que ces équations, quoique fondées sur des hypothèses qui ne sont pas exactement réalisées dans la nature, rendent cependant raison des faits observés sur l'écoulement des eaux à travers les filtres, les terrains perméables superficiels ou situés dans la profondeur et sont en parfaite harmonie avec eux. Il établit ainsi une théorie qui jette une vive lumière sur un grand nombre de questions intéressant le drainage et le régime des sources qui alimentent les puits ordinaires ou artésiens.

» Votre Commission estime que le travail de M. Dupuit est digne de l'approbation de l'Académie. Elle a l'honneur de vous proposer d'encourager l'auteur à le compléter par de nouvelles recherches expérimentales et théori-

ques, et d'ordonner l'insertion de son Mémoire dans le recueil des *Savants étrangers.* »

Après une discussion à laquelle prennent part MM. Morin, Duhamel, Clapeyron et M. le Maréchal Vaillant, les conclusions de ce Rapport sont mises aux voix et adoptées.

INDUSTRIE AGRICOLE. — *Rapport sur une communication de* **M. VATTEMARE** *relative à la* Fibrilia.

(Commissaires, MM. Decaisne, Payen rapporteur.)

« L'Académie nous a chargés d'examiner une Note adressée par M. Vattemare sur des produits désignés sous la dénomination générale de *Fibrilia*.

» Les Commissaires de l'Académie pensent qu'il est absolument impossible de considérer la *Fibrilia* comme une substance comparable soit au lin, soit au coton, au chanvre, etc., par la raison qu'elle est empruntée à des végétaux profondément différents les uns des autres. Comparer les fibres des chardons à celles de feuilles de jeunes céréales, à du bois de la vigne, etc., et donner à tous ces produits une désignation unique qui doit impliquer une notion nette et précise d'une fibre textile spéciale, ne peut supporter l'examen.

» Cette Note ne contient aucune donnée relative aux procédés de fabrication ou d'extraction des diverses fibres présentées comme susceptibles de remplacer économiquement le coton. D'ailleurs, on comprend que ce procédé, quel qu'il fût, ne saurait s'appliquer utilement à la transformation des fibres textiles des lins de bonne qualité en une *matière cotonneuse* qui aurait nécessairement une valeur moindre, comme l'ont bien prouvé de grandes et malheureuses tentatives faites dans ce sens en Angleterre et en France de 1850 à 1854.

» Les applications du procédé en question ne sauraient offrir d'intérêt qu'autant qu'il produirait économiquement, avec des substances non utilisées ainsi jusqu'à présent, des fibres propres à la filature ou simplement même à la fabrication du papier.

» En tous cas la description de ces procédés serait indispensable pour permettre aux Commissaires de reconnaître si l'industrie projetée est digne de l'attention de l'Académie. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voix du scrutin, à la nomination de la Commission chargée de décerner le prix Bordin pour 1861 (question concernant la distribution des vaisseaux du latex).

MM. Brongniart, Decaisne, Moquin-Tandon, Tulasne, Duchartre réunissent la majorité des suffrages.

L'Académie procède, également par la voie du scrutin, à la nomination des deux candidats qu'elle est appelée à présenter pour la chaire de Géologie vacante au Muséum d'histoire naturelle par suite du décès de *M. Cordier*.

Scrutin pour le candidat à présenter en première ligne; nombre des votants, 54 :

M. Daubrée obtient. . . . . 33 suffrages.
M. Ch. Sainte-Claire Deville. 21

M. Daubrée, ayant réuni la majorité des suffrages, sera présenté comme le premier candidat.

Scrutin pour le second candidat; nombre des votants, 50 :

M. Ch. Sainte-Claire Deville obtient. . . . 41 suffrages.
M. Delesse. 8
Il y a un billet blanc.

M. Ch. Sainte-Claire Deville, ayant réuni la majorité des suffrages, sera présenté comme second candidat.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

ZOOLOGIE. — *Larves d'insectes de la famille des Hyménoptères attaquant des balles de plomb; Lettre de* M. le Ministre de la Guerre.

(Commissaires, MM. Milne Edwards, de Quatrefages, Maréchal Vaillant.)

« Monsieur le Secrétaire perpétuel, mon prédécesseur a donné à l'Académie des Sciences, le 7 septembre 1857, communication de plusieurs cartouches qui avaient été attaquées dans des caisses en bois où elles se trouvaient en paquets, par des insectes rongeurs appartenant à l'ordre des Hyménoptères.

» Un fait analogue vient de se produire à Grenoble, où l'on a trouvé, en procédant à la démolition de cartouches confectionnées en 1856, plusieurs de ces insectes.

» L'examen de ces singulières détériorations me paraît devoir intéresser d'autant plus l'Académie des Sciences, que l'opinion émise sur la nature et le travail des insectes dont il s'agit, par M. le Directeur du Muséum d'histoire naturelle à Grenoble, n'est pas en parfaite harmonie avec celle qui est consignée à ce sujet dans les *Comptes rendus* de l'Académie.

» J'ai en conséquence l'honneur, Monsieur le Secrétaire perpétuel, de vous adresser, en vous priant de vouloir bien en donner communication à l'Académie des Sciences : 1° une boîte contenant plusieurs insectes et des cartouches détériorées par eux; 2° le Mémoire fait à ce sujet par M. le Conservateur du Muséum de Grenoble ; 3° enfin un rapport de la Direction d'Artillerie de cette place sur la démolition des cartouches. »

Les deux Notes et les pièces mentionnées dans la Lettre de M. le Ministre sont renvoyées à l'examen d'une Commission composée de MM. Milne Edwards, de Quatrefages, et Maréchal Vaillant. »

GÉOLOGIE. — *Lettre de* **M. Boucher de Perthes** *à* M. Élie de Beaumont.

« En vous priant de recevoir mes remercîments de l'insertion de ma Note en réponse aux objections de M. Robert, j'ai l'honneur de vous en adresser la suite et de solliciter la même faveur.

» Je rends toute justice au savoir de M. Robert, dont les travaux en histoire naturelle sont justement estimés ; mais dans la question des haches du diluvium, il s'est trompé, je crois, dans l'appréciation et surtout la position du terrain. C'est l'opinion de tous les géologues qui l'ont visité.

» Je me recommande cette fois encore à votre bienveillance. Je n'ai jamais oublié que c'est vous et M. Al. Brongniart qui m'avez les premiers, il y a près de vingt ans, encouragé à poursuivre mes recherches. »

Après avoir communiqué à l'Académie la Lettre de M. Boucher de Perthes, **M. Élie de Beaumont** ajoute qu'il n'hésite jamais à insérer dans les *Comptes rendus* les documents qui peuvent sembler de nature à devenir l'objet d'une discussion profitable à la science, quelque contraires qu'ils soient en eux-mêmes à ses opinions personnelles. En ce qui concerne les haches en silex trouvées dans les vallées de la Somme, de la

Seine et autres, il ne lui paraît pas démontré, quant à présent, qu'aucune de ces haches, ni aucune autre production de l'industrie humaine, aient été extraites du *terrain diluvien* NON REMANIÉ.

PALÉONTOLOGIE. — *Réponse de* **M. Boucher de Perthes** *aux observations faites par* M. E. Robert *sur le diluvium du département de la Somme.*

(Commissaires précédemment nommés : MM. Serres, Dumas, de Quatrefages, d'Archiac.)

« L'Académie des Sciences a bien voulu insérer dans ses *Comptes rendus* ma réponse aux objections faites par M. E. Robert (séance du 14 janvier 1861) sur le gisement des silex taillés trouvés dans le département de la Somme. Ce savant a présenté une nouvelle Note contre cette réponse. L'Académie l'ayant accueillie, je sollicite la même faveur pour quelques observations que j'ai à ajouter aux premières.

» Je commence par remercier mon honorable contradicteur pour la manière bienveillante dont il parle de mes découvertes, qu'il ne conteste pas. Le débat entre nous, débat tout amical, car personne plus que moi n'estime ses utiles travaux, ne roule que sur la nature des terrains, spécialement ceux de Saint-Acheul-les-Amiens et Manelsecourt-les-Abbeville.

» J'ai dit que ces bancs, naguère tertiaires, aujourd'hui quaternaires anciens, étaient le *diluvium* ou un terrain vierge et non remanié; mais je ne suis pas le premier qui l'ai dit : Cuvier, Al. Brongniart, L. Cordier, qui tous trois connaissaient les lieux, l'avaient dit avant moi. Depuis, presque tous les chefs des écoles géologiques de France, d'Angleterre, de Suisse, etc., l'ont dit aussi et ne l'ont pas dit légèrement, car quelques-uns ont renouvelé jusqu'à six fois leurs vérifications, qui ont duré plusieurs semaines et embrassé toute la vallée de la Somme et une partie de la Seine-Inférieure.

» Malheureusement M. Robert n'a pu y consacrer un temps aussi long; il n'a pas visité ma collection ni notre musée, et n'a consulté aucun des géologues locaux. Je suis convaincu que s'il avait eu la faculté de le faire, son opinion se serait modifiée. Depuis bientôt un quart de siècle que je combats pour démontrer cette ancienneté de l'homme et sa contemporanéité avec les grands mammifères de races éteintes, j'ai rencontré bien des incrédules; mais je n'en ai pas trouvé un seul, même parmi les plus prévenus, dont l'incrédulité ait résisté à l'examen attentif des lieux. J'en ai conclu que, lorsqu'on voulait traiter ce sujet, il valait mieux faire cet examen avant qu'après.

» Quoi qu'il en soit, l'objection que l'on me fait est : que les terrains

ossifères d'Abbeville et d'Amiens, ceux où l'on trouve les haches et les os fossiles, au-dessous des bancs des coquilles marines et fluviales, ce même banc où nous avons constaté la présence de la *Cyrena fluminalis* (1), coquille qu'on ne trouve plus vivante que dans le Nil et quelques lacs de l'Asie, cette objection, dis-je, est, que ces bancs d'Abbeville et d'Amiens ne sont pas le véritable *diluvium*, mais un amas anormal, purement local et accidentel, et qui, produit par deux révolutions dont une est toute récente, ne peut compter géologiquement.

» La théorie que présente mon honorable contradicteur n'est pas nouvelle; c'est précisément celle qu'on m'opposa en 1846, quand mon ouvrage des *Antiquités antédiluviennes* parut pour la première fois, sous le titre de : *L'Industrie primitive*. Il ne tient nul compte de tout ce qui a été fait et publié depuis cette époque, non-seulement par moi-même, mais par tant d'hommes dont les noms, personne ne le niera, sont ici d'un grand poids.

» Quand je publiai mes découvertes, je les appuyai de dessins et de coupes de terrains, avec la description et l'analyse de chacune des couches qui les composaient, et avec haches que j'envoyai à l'Académie, je joignis des échantillons de ces mêmes couches, et je ne me bornai pas à les prendre à Abbeville; il fallait des termes de comparaison; je m'adressai au savant illustre dont s'honore la France, au père de l'école géologique européenne, à M. Élie de Beaumont qui, avec M. A. Brongniart, fut le premier à m'encourager dans mes recherches, et dont jamais depuis les conseils ne m'ont fait faute. M. Élie de Beaumont voulut donc bien m'indiquer lui-même les terrains diluviens et non remaniés du bassin de Paris, dans lesquels je pouvais avec sûreté diriger mes investigations. Ces terrains sont ceux de Grenelle, de Saint-Germain-en-Laye, de l'allée de la Motte-Piquet, terrains tellement identiques à ceux d'Abbeville, qu'ils en semblent la continuité. Après de telles précautions, je croyais être édifié sur la nature des bancs, et certain de leur composition. En effet, depuis qu'a paru mon premier volume des *Antiquités*, où ces coupes sont présentées, elles ont été confirmées par toutes celles faites depuis, notamment par M. Joseph Prestwich, ce qu'on peut voir dans son remarquable Mémoire intitulé : *The occurrence of flint implements, associated with the remains of animals of extinct species in beds of a late geological period, in France at Amiens and Abbeville, and in England at Hoxne*. London, 1861.

» Si j'ai commis quelque erreur dans ces coupes, si celles de M. Prestwich

(1) Ou *consobrina*.

ne sont pas plus exactes, que M. Robert nous présente les siennes; qu'il nous montre où nous nous sommes trompés; qu'il nous indique surtout où gît le mélange de ces coupes et sur quels points ce *diluvium nouveau* s'est mêlé au *diluvium ancien*. Nous lui demanderons aussi s'il considère ce remaniement des bancs diluviens comme spécial au département de la Somme, ou s'il confond dans le même arrêt ceux de Paris, de Clichy, de Creil, etc., et de Hoxne et de Bedford en Angleterre? car ce banc s'étend non-seulement dans le bassin de la Somme et de la Seine, il traverse la Manche.

» Dans la vallée de la Somme, ce diluvium est couvert d'une couche de tourbe, dont le terme moyen est de 8 à 9 mètres d'épaisseur; ce banc de tourbe aussi traverse la Manche.

» Ce ne sont là que des théories, me répondra-t-on : aux preuves?

» Ces preuves les voici :

» Que la tourbe repose sur le diluvium et ce diluvium sur la craie, c'est ce qu'on peut vérifier par un simple sondage; c'est d'ailleurs ce que vous disent tous les extracteurs de tourbe, et mieux encore M. l'Ingénieur des Mines de ce département.

» Que ce banc de diluvium couvert de tourbe traverse la Manche pour aller reparaître en Angleterre, c'est ce que la tempête nous a appris. Après les coups de vents et les grandes marées, les côtes de la Somme et du Pas-de-Calais sont couvertes de masses de tourbe provenant du fond, et je possède des bois de cerfs arrachés de cette tourbe par les filets des pêcheurs, à plusieurs lieues au large.

» Que l'on retrouve ce même banc de diluvium en Angleterre avec les mêmes couches que ceux d'Abbeville, les mêmes animaux fossiles, les mêmes coquilles, les mêmes haches, c'est ce que vous diront encore le Mémoire précité de M. Prestwich et un autre de M. Y. Evans, qui traite du même sujet. Ce n'est donc pas seulement le diluvium de la Somme qui présente des traces de la main de l'homme, c'est Paris, c'est Creil, c'est Clichy, etc., etc., c'est Hoxne, c'est Bedford, etc.

» Mais partout ce diluvium est remanié!... Je viens de dire que, dans ce département, le diluvium est souvent recouvert d'une masse de tourbe dont l'épaisseur moyenne est de 8 à 9 mètres, et parfois de 11 à 12. Eh bien, dans ce diluvium couvert de ce banc de tourbe, on trouve aussi des haches et il est à croire que, sous cette même tourbe et ce diluvium qui forme une partie du fond de la Manche, il doit en exister aussi.

» Que conclure de ceci? C'est que le diluvium du département de la Somme avec ses couches superposées, ses haches, ses os fossiles, ses blocs

erratiques, existait avant la révolution qui sépara du continent les terrains qui forment aujourd'hui les îles anglaises. »

PHYSIQUE. — *Complément à la Note sur les transmissions électriques à travers le sol; par* **M. Th. Du Moncel.**

(Commissaires, MM. Becquerel, Pouillet.)

« Dans la Note que j'ai eu l'honneur de présenter à l'Académie des Sciences, lundi dernier, j'avais signalé la présence, sur certaines lignes télégraphiques, de courants telluriques dus à l'action seule de deux plaques de fer enterrées aux deux extrémités de la ligne, dans des terrains différemment humides, et je démontrais que ces courants, intervenant dans les transmissions électriques, provoquaient certaines réactions qui devaient être prises en considération dans la pratique de la télégraphie électrique. De nouvelles expériences m'ont démontré que ces réactions n'étaient pas les seules à intervenir dans les effets que j'avais signalés et que les dimensions relatives des plaques les unes par rapport aux autres exerçaient une influence des plus marquées.

» Mes expériences, comme je l'ai déjà dit dans ma première Note, ont été faites sur une ligne télégraphique de 1735 mètres de longueur, munie de 20 fils conducteurs de 3 millimètres de diamètre. Une première série a été faite en prenant comme plaque de terre : 1° les conduites d'eau du quartier de Grenelle; 2° une plaque de 60 décimètres carrés de surface enterrée près de la Seine. Une seconde série a été faite avec deux plaques de tôle de 60 décimètres carrés de surface enterrées à 890 mètres l'une de l'autre. Enfin une troisième série a été faite en prenant d'un côté le conduit de gaz, de l'autre la conduite d'eau.

» La détermination de la résistance du sol dans la première série d'expériences a fourni en moyenne 62,58 tours de rhéostat, c'est-à-dire environ 2150 mètres, lorsque le courant tellurique s'ajoutait à celui de la pile, et que le pôle positif de celle-ci était en communication avec la plaque de 60 décimètres carrés. Avec la disposition inverse de la pile, cette résistance a été représentée en moyenne par 79,03 tours de rhéostat (2715 mètres). La seconde série a donné en moyenne 117,02 tours de rhéostat (4019 mètres), quand le courant tellurique marchait dans le même sens que celui de la pile 118,58 tours (4073 mètres) avec la disposition contraire de la pile. Enfin la troisième série a donné 6,8 tours (233 mètres),

quel qu'ait été le sens du courant. Tous ces chiffres ont été déduits d'expériences faites après dix minutes de fermeture du courant à travers les circuits.

» Ces différences considérables de la résistance du sol dans ces différentes séries d'expériences n'ont d'ailleurs rien de surprenant, puisque, d'après la théorie d'Ohm, la résistance du sol est en raison inverse de la surface des plaques servant à la transmission électrique ; mais ce qui est curieux et fort important pour les conséquences pratiques qu'on peut en tirer, c'est la différence considérable de la résistance du sol que présente la première série d'expériences suivant la disposition de la pile dans le circuit. Sans doute l'intervention du courant tellurique peut entrer pour quelque chose dans le phénomène, mais elle ne peut l'expliquer entièrement, puisque la même différence existe aussi bien quand le courant tellurique est fort que quand il est faible, et que d'ailleurs elle ne se retrouve plus dans la seconde série d'expériences.

» Depuis longtemps j'avais reconnu avec les courants induits de la machine de Ruhmkorff la différence considérable qui existe entre des décharges provoquées d'une petite surface conductrice à une grande, suivant que le pôle positif est en communication avec l'une ou l'autre de ces surfaces, et j'avais pensé qu'un effet du même genre pouvait être en jeu dans les expériences aujourd'hui en question. Effectivement, la conduite de gaz placée à une extrémité de la ligne télégraphique, alors que l'autre extrémité communique à une plaque de 60 décimètres carrés, représente un circuit composé d'une partie bonne conductrice et d'une partie mauvaise conductrice mises en relation par l'intermédiaire de deux lames métalliques, dont l'une est excessivement grande par rapport à l'autre. Or il s'agissait de savoir si un circuit ordinaire, mi-partie liquide, mi-partie métallique, placé dans ces conditions, présenterait les mêmes effets.

» Pour m'en assurer, j'ai immergé dans un baquet rempli d'eau une plaque de tôle de 60 centimètres de longueur sur 20 de largeur, roulée en cylindre, et au centre de ce cylindre j'ai plongé une petite lame du même métal de 73 millimètres sur 28. J'ai interposé ce système dans le circuit d'un élément de Daniell, complété par une boussole des sinus de M. Bréguet, et j'ai obtenu les résultats suivants, en ayant soin de laisser le courant interrompu pendant 5 minutes entre chaque expérience :

» Le courant allant de la petite plaque à la grande, son intensité, au moment de la fermeture du circuit, a été 34° 5′;

» Après 10 minutes de fermeture du circuit, 32° 2′;

» Le courant allant de la grande plaque à la petite, son intensité, au moment de la fermeture du courant, a été 29° 15′;

» Après 10 minutes de fermeture du circuit, 23° 24′.

» Une deuxième série d'expériences m'a donné :

» 1° Au moment de la fermeture du courant, la petite plaque étant positive, 35°;

» Au bout de 10 minutes de fermeture du courant, 32° 15′;

» 2° Au moment de la fermeture du circuit, la grande plaque étant positive, 28°;

» Après 10 minutes de fermeture du circuit, 22° 18′.

» On voit par ces chiffres que dans les circuits ordinaires, mi-partie métalliques, mi-partie liquides, comme dans les circuits terrestres, la résistance de la partie non métallique est bien différente, suivant que le courant passe de la petite surface conductrice à la grande ou de la grande à la petite. Dans le premier cas, non-seulement elle est notablement diminuée, mais encore les effets nuisibles de la polarisation avec la prolongation de la fermeture du courant sont beaucoup moins marqués et beaucoup plus stables. Cela tient évidemment à ce que le dépôt de bulles d'hydrogène qui résulte de l'action du courant et qui se porte toujours en grade partie sur la plaque électropositive, est d'autant plus considérable que la surface de cette plaque est plus grande.

» La conclusion pratique de ces différents phénomènes, c'est que, si l'on doit, dans les transmissions télégraphiques, tenir compte du sens du courant tellurique pour établir la communication de la pile avec le sol, il faut surtout examiner les dimensions relatives des plaques de communication. Si l'une est constituée par une conduite d'eau ou de gaz, tandis que l'autre ne sera qu'une plaque de tôle ou de fonte, le pôle négatif de la pile devra toujours être mis en communication avec les conduites de gaz ou d'eau, quel que soit d'ailleurs le sens du courant tellurique. On pourrait toutefois concilier sûrement les deux effets en prenant pour la petite plaque de communication une lame de zinc qui fournira toujours un courant tellurique dans le sens de celui de la pile, quel que soit le terrain dans lequel elle sera enterrée.

» Dans le cas où l'on peut avoir des conduites d'eau ou des conduites de gaz aux deux extrémités de la ligne, condition la plus avantageuse de toutes, la disposition de la pile par rapport aux plaques de communication ne pourrait être commandée que par le sens du courant tellurique, mais sur les lignes un peu longues il n'y aurait aucun avantage à ce choix, en raison

de la présence des courants accidentels atmosphériques qui, étant de sens variables et d'une intensité souvent plus forte que le courant tellurique, détruiraient tous les avantages de la combinaison. »

ELECTRO-PHYSIOLOGIE. — *Étude sur la commotion produite par les courants électriques; par* **M. C.-M. Guillemin.**

(Commissaires, MM. Becquerel, Regnault, Despretz.)

« On sait depuis longtemps que l'excitation physiologique, déterminée par les courants induits, varie avec la rapidité des intermittences du courant inducteur. J'ai cherché récemment à préciser la nature et la marche de ces variations, et à les rattacher aux phénomènes de propagation que j'ai eu l'honneur d'exposer à l'Académie, dans le courant de l'année dernière.

» Afin de produire des intermittences de nombre et de durée variables à volonté, j'ai employé l'appareil qui m'a servi en 1849 à obtenir des courants à l'aide d'une pile isolée et sans communication entre les deux pôles, t. XXIX, p. 521, du présent Recueil. Deux fils de cuivre, fixés aux deux extrémités du fil induit, arrivaient au fond de deux vases de terre contenant de l'eau de source. On recevait la commotion en plongeant dans les verres deux doigts de la même main, ou de l'un et l'autre membre thoracique.

» Pour les cinq bobines confectionnées de différentes manières qui ont servi aux expériences, le nombre des interruptions variait de 18 à plus de 300 par seconde. Des étouffoirs empêchaient les ressorts de vibrer, et, pour être plus sûr d'établir de bons contacts, un aide était chargé de presser les étouffoirs avec les doigts. Voici le résumé des expériences :

» 1° L'excitation nerveuse et musculaire diminue lorsque le nombre des intermittences atteint 60 ou 70 par seconde. Aux fortes commotions qu'on reçoit, quand on a 20 à 30 interruptions par seconde, il succède des secousses rapides qui deviennent bientôt moins pénibles. Dès que le nombre des intermittences atteint 100 ou 110, on ne perçoit plus qu'un frémissement qui s'affaiblit et finit par devenir nul, pour des vitesses de rotation plus grandes.

» 2° Une armature de fer introduite dans la bobine augmente la commotion, quand les intermittences ne sont pas très-rapides; elle la diminue au contraire quand leur nombre atteint ou dépasse 50 ou 60 par seconde.

» 3° L'extra-courant présente des phénomènes à peu près semblables à ceux du courant induit.

» 4° L'excitation produite par 20 éléments Bunsen ne décroît pas aussi rapidement, à beaucoup près, quand la rapidité des intermittences augmente, que celle qui est provoquée par le courant d'induction. Ce fait s'explique aisément d'après la nature des deux ordres de courants. Un même nombre d'éléments d'une dimension cinq fois plus petite donne les mêmes effets, seulement ils sont un peu plus faibles.

» 5° L'étincelle du courant induit diminue rapidement, comme la commotion, quand on augmente le nombre des intermittences ; l'étincelle de la pile ne diminue pas sensiblement dans les mêmes circonstances.

» 6° Pour les grandes vitesses de rotation, le courant de la pile excite plus fortement, lorsqu'on plonge dans les deux vases deux doigts d'une même main, que quand on fait passer le courant de l'un des doigts de la main droite à l'un des doigts de la main gauche.

» 7° En lançant des courants alternativement de sens contraire, l'excitation augmente d'abord avec la vitesse de rotation, et elle ne décroît que pour des intermittences extrêmement rapides. C'est le seul cas qui ait présenté une marche croissante au début, puis ensuite décroissante. Cette fois, la commotion reste à peu près la même, soit qu'on emploie une seule main, soit que le courant passe d'une main à l'autre.

» 8° En essayant isolément le courant induit de fermeture et le courant induit de rupture, on constate que le dernier produit la commotion la plus intense. C'est le contraire avec le courant direct de la pile.

» 9° De même que l'induction, l'excitation physiologique se produit pendant la période d'état variable des tensions et du flux ; elle est d'autant plus forte que la variation est plus rapide; elle dépend aussi de la quantité d'électricité mise en mouvement pendant l'état variable.

» Les faits exposés dans la première proposition tiennent à ce que, pour les contacts d'une courte durée, l'un des courants induits continue à se développer lorsque l'autre commence. Les forces électromotrices qui les produisent étant de signe contraire, elles tendent à s'annuler mutuellement, d'une manière d'autant plus complète que leur intensité réciproque s'approche plus de l'égalité, ce qui a lieu pour les contacts d'une très-faible durée.

» L'introduction du fer dans la bobine, en prolongeant la durée des deux courants induits, maintient l'égalité pendant un temps plus long, de sorte qu'ils peuvent s'annuler sensiblement, pour une plus grande durée des contacts, ainsi qu'on le voit par la proposition 2.

» La commotion ne s'affaiblit pas rapidement avec le courant direct de la pile, parce que dans ce cas il ne se développe pas de force électromotrice de sens contraire, quand le nombre des intermittences est très-grand (propositions 4 et 5).

» Les propositions 6, 7, 8 se rattachent directement à la 9ᵉ. Du moment où la commotion est d'autant plus forte que les variations d'intensité du courant sont plus grandes, on comprend facilement que ces mêmes variations se font dans un temps moindre pour un conducteur plus court que pour un autre plus long, et que la commotion résiste mieux dans le premier cas aux intermittences rapides (proposition 6).

» Le principe de la différence algébrique des tensions se retrouve dans la proposition suivante; il explique la marche croissante de la commotion. Les variations d'intensité du courant sont activées par le changement de sens.

» Le courant induit de fermeture présente une période d'augment d'une très-faible durée, puis une période d'état également très-courte, enfin une période décroissante, qui est la plus longue de toutes. Le courant induit de rupture semble, au contraire, présenter son maximum d'intensité immédiatement après la rupture du courant inducteur, pour décroître ensuite d'une manière continue. Les variations d'intensité étant plus rapides pour le courant de rupture que pour celui de fermeture, il en résulte que la commotion la plus vive a lieu à la rupture.

» Avec le courant direct de la pile, les phénomènes sont inverses des précédents: c'est le courant de fermeture qui donne la commotion la plus forte. L'explication découle naturellement de mes expériences, car elles démontrent que le courant direct de la pile s'établit plus rapidement qu'il ne cesse, et les variations d'intensité sont plus brusques dans le premier cas que dans le second. »

PHYSIOLOGIE — *Mémoire sur les corpuscules organisés qui existent en suspension dans l'atmosphère. — Examen de la doctrine des générations spontanées; par* M. L. Pasteur. (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires, MM. Chevreul, Milne Edwards, Decaisne, Regnault, Bernard.)

« J'ai l'honneur de présenter à l'Académie le résumé détaillé des diverses méthodes d'expérimentation et des résultats d'expériences que je n'avais

fait connaître que sommairement dans plusieurs communications successives, au sujet de l'importante question des générations dites spontanées.

» Ce Mémoire devant paraître très-prochainement *in extenso* dans les *Annales des Sciences naturelles*, je me bornerai à reproduire ici les titres des neuf chapitres qui le composent :

» Chap. I. — Historique.

» Chap. II. — Examen au microscope des particules solides disséminées dans l'air atmosphérique.

» Chapitre III. — Des expériences avec l'air qui a été chauffé. Leurs incertitudes.

» Chap. IV. — Ensemencement des poussières qui existent en suspension dans l'air, dans des liqueurs propres au développement des organismes inférieurs.

» Chap. V. — Extension des résultats qui précèdent à de nouveaux liquides très-altérables. — Urine. — Lait. — Eau sucrée albumineuse mêlée de carbonate de chaux.

» Chap. VI. — Autre méthode très-simple pour démontrer que toutes les productions organisées des infusions (préalablement chauffées), ont pour origine les corpuscules qui existent en suspension dans l'air atmosphérique.

» Chap. VII. — Il n'est pas exact que la plus petite quantité d'air ordinaire suffise à faire naître dans une infusion les productions organisées propres à cette infusion. — Expériences sur l'air de localités diverses. — Inconvénients de l'emploi de la cuve à mercure dans les expériences relatives aux générations spontanées.

» Chap. VIII. — De l'action comparée de la température sur la fécondité des spores des Mucédinées et des germes qui existent en suspension dans l'atmosphère.

» Chap. IX. — Sur le mode de nutrition des ferments proprement dits, des Mucédinées et des Vibrioniens. »

PHYSIOLOGIE. — *Développement de Mucédinées dans des dissolutions salines sursaturées; remarques présentées à l'occasion d'une communication récente de* M. Terreil; *par* **M. V. Jodin.** (Extrait.)

« Le 12 mai 1859, j'ai pris six tubes de verre de 20 centimètres de longueur sur 17 à 23 millimètres de diamètre intérieur, fermés à la lampe

par une de leurs extrémités. Chacun de ces tubes a reçu parties égales de sulfate de soude cristallisé et d'eau, de manière à avoir un volume de solution occupant environ un quart de la capacité totale du tube.

» Trois de ces tubes ont reçu, en outre, un poids de sucre candi égal au tiers de celui du sulfate de soude cristallisé. Tous ces tubes ont été chauffés au bain-marie pour liquéfier leur contenu; puis ils ont été retirés, essuyés et fermés avec des bouchons de liége préparés d'avance. Ils ont ensuite été placés verticalement dans une armoire.

» Au bout d'un an (le 6 mai 1860), j'examine ces tubes. Le contenu de tous ceux qui avaient été simplement préparés avec une solution de sulfate de soude était pris en une masse cristalline. Au contraire, ceux qui avaient reçu du sucre conservaient leur état de sursaturation. De plus, la surface du liquide était recouverte d'une membrane continue, formée par une végétation mycodermique bien développée et possédant la couleur verdâtre caractéristique des spores du *Penicellium glaucum*. En débouchant ces tubes avec précaution, au bout de cinq minutes, leur contenu s'est pris en masse cristalline.

» Il paraît donc que les germes de Mucédinées peuvent se développer et s'organiser en contact avec une solution de sulfate de soude dont les molécules sont disposées suivant ce mode particulier qui constitue l'état de sursaturation. Si les deux phénomènes, la cristallisation et le développement organique, avaient besoin pour se manifester d'une impulsion initiale dérivée d'une même force, ou d'une modification semblable du milieu ambiant, on ne voit pas pourquoi, dans le cas actuel, l'un aurait pu exister indépendamment de l'autre. On ne peut objecter à cette observation que la présence du sucre modifiait les conditions dynamiques ordinaires des solutions sursaturées de sulfate de soude. Des expériences antérieures m'avaient d'abord appris qu'il n'en était rien. Et d'ailleurs le fait de la cristallisation spontanée, cinq minutes après l'ouverture du tube, malgré la pellicule mycodermique qui semblait devoir protéger le liquide sous-jacent, est un argument qui n'a pas besoin de commentaire.

» Il faut aussi remarquer cette présence d'un corps solide qui a pour ainsi dire pris naissance au sein de la solution en vertu du mouvement moléculaire si complexe de l'organisation, et qui cependant n'a pas troublé l'état d'équilibre moléculaire du sulfate de soude, équilibre en apparence si instable, que des causes encore mal définies, mais assurément bien légères, suffisent à troubler.

» J'extrais cette observation d'un travail d'ensemble qui m'occupe de-

puis bientôt deux ans, et qui comprend l'étude des déterminations physiques, chimiques et physiologiques qui caractérisent le développement des mycodermes. »

Cette Note est renvoyée à l'examen de la Commission nommée pour la Note de M. Terreil, Commission qui se compose de MM. Chevreul, Milne Edwards, Decaisne, Regnault et Cl. Bernard.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les dérivés colorés de la naphtaline; par* **M. Roussin.**

(Commissaires, MM. Chevreul, Dumas, Pelouze.)

CHIMIE ORGANIQUE. — *Faits pour servir à l'histoire de la naphtaline; par* **M. J. Persoz.**

(Commissaires, MM. Chevreul, Dumas, Pelouze.)

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la réduction de la binitronaphtaline par l'acide sulfurique et le zinc; par* **M. E. Jacquemain.**

(Commissaires, MM. Chevreul, Dumas, Pelouze.)

PHYSIOLOGIE. — *Nouvelles recherches sur la circulation fœtale; par* **M. Wanner.**

(Commissaires, MM. Flourens, Bernard.)

MINÉRALOGIE. — *Note sur la Gedrite de Gedre: présence du spinelle dans ce minéral; par* **M. Pisani.**

(Commissaires, MM. Delafosse, Ch. Sainte-Claire Deville, Daubrée.)

M. Paris soumet au jugement de l'Académie la description et la figure d'un appareil qu'il désigne sous le nom de *masque hygiénique*, appareil destiné aux ouvriers qui sont exposés par leur profession à aspirer des particules tenues en suspension dans l'air, particules dont l'introduction dans les poumons peut être suivie de conséquences graves.

(Renvoi à la Commission du prix dit des Arts insalubres.)

M. C. Thélu adresse de Dunkerque un Mémoire contenant les résultats de ses observations sur le soleil et principalement sur les taches qui se montrent à la surface de cet astre.

(Commissaires, MM. Laugier, Faye.)

M. Sauvageon fait connaître les résultats qu'il a obtenus cette année en poursuivant ses recherches sur l'électrisation appliquée aux vers à soie.

Ces expériences ont été faites à Valence-sur-Rhône et non pas à Valence (Tarn), ainsi que l'indiquait par erreur l'article relatif à sa précédente communication (*Comptes rendus*, t. XLIX, p. 1142).

(Commission des vers à soie.)

CORRESPONDANCE.

M. Élie de Beaumont offre à l'Académie de la part de *M. Delesse* sa *Carte hydrologique de la ville de Paris*.

Cette Carte, qui a déjà été mise manuscrite sous les yeux de l'Académie, vient d'être publiée d'après les ordres de M. Haussmann, Préfet de la Seine. Elle fait connaître les nappes d'eau qui existent au-dessous de Paris, et elle les représente par des courbes horizontales. Elle donne la qualité de l'eau qu'elles fournissent, qui a été déterminée au moyen de l'hydrotimètre. Elle indique en outre la nature géologique des terrains qui sont baignés par les nappes souterraines.

M. Ferguson adresse des remercîments à l'Académie, qui, dans sa séance du 26 mars dernier, lui a décerné une des médailles de la fondation de Lalande, pour la découverte de la planète Titania, découverte qu'il a faite à l'observatoire national de Washington, dans la nuit du 14 au 15 septembre 1860.

« La fréquence de ces découvertes dans les dernières années, dit M. Ferguson, tient en grande partie, on doit le reconnaître, aux excellentes et très-exactes cartes exécutées depuis peu par M. Chacornac, sous le munificent patronage du gouvernement français. Dans le cas présent, du moins, le mérite de la découverte appartient autant à M. Chacornac qu'à moi. »

GÉOLOGIE. — *Constitution de la partie des Cordillères comprises entre les sources des rivières de Copiapo et de Choapa. — Propagation du tremblement de terre qui, le 20 mars 1861, a détruit la ville de Mendoza; extrait d'une Lettre de* **M. Pissis** *à* M. Élie de Beaumont.

« Je suis seulement depuis quelques jours de retour à Santiago. J'ai employé la majeure partie de cet été à étudier la partie des Cordillères comprise entre les sources de la rivière de Copiapo et celles du Rio de Choapa. La structure géologique de cette partie des Andes est beaucoup moins compliquée que celle qui correspond aux provinces du Sud. Un axe syénitique s'étend dans tout cet intervalle parallèlement à la ligne de faîte et placé un peu plus à l'ouest. De part et d'autre de cet axe se montrent d'abord les roches trachytiques, puis les terrains stratifiés embrassant toute la série depuis le gneiss jusqu'au lias. Ce dernier terrain, qui ne se montre guère qu'à l'est de l'axe syénitique, ne forme que des lambeaux de peu d'étendue situés sur les sommets les plus élevés; et c'est le seul qui renferme des restes organisés. J'ai pu m'assurer que les failles qui ont donné passage aux roches syénitiques et celles par où se sont épanchés les trachytes sont exactement parallèles; ainsi il y a une récurrence des directions correspondant au soulèvement de la Cordillère occidentale du Chili et à celui de la chaîne principale des Andes. J'ai pu reconnaître sur une étendue de près de 8° l'une de ces failles qui s'étend sans interruption depuis le volcan de Tuiguiririca jusqu'au désert d'Atacama, et partout les trachytes accompagnent les syénites. La petite différence d'environ 6° que j'avais d'abord trouvée entre les directions des cercles qui correspondent à ces deux systèmes de soulèvement, dépend sans doute de ce que dans le sud du Chili les masses syénitiques ne forment point une ligne continue, et qu'en choisissant le cercle passant par les deux masses extrêmes, cette direction ne pouvait être qu'approximative.

» Les failles qui se rapportent à la direction du système des Andes orientales, et dont j'avais déjà indiqué l'existence dans la province d'Atacama, continuent à se montrer dans celle de Coquimbo, où leur limite paraît être la vallée de Choapa.

» J'ai cherché en même temps à compléter mes études sur les dépôts métallifères qui se lient si intimement à celle des soulèvements, et je profiterai du départ de M. Limperani, notre consul, pour le prier de vous remettre ce travail que je considère comme le complément de celui que vous

avez eu la bonté de faire publier dans les *Annales des Mines*. A ces études se rattache celle d'un gisement d'outremer situé dans les Cordillères de Coquimbo et où cette substance paraît être le résultat d'une action métamorphique exercée sur les couches calcaires par d'anciennes solfatares.

» La ville de Mendoza a été entièrement détruite par un tremblement de terre qui a eu lieu le 20 mars dernier à $8^h 45^m$ du soir, et qui a duré tout au plus 7 à 8″, de telle sorte que le plus grand nombre des habitants n'a pas eu le temps de fuir et est resté enseveli sous les ruines. La même secousse s'est fait sentir à Santiago à $8^h 48^m$; elle a été précédée d'un bruit prolongé et a duré de 20 à 25″, tandis qu'à Mendoza ceux des habitants qui ont survécu disent n'avoir entendu aucun bruit; ainsi la durée du mouvement paraît s'être augmentée à mesure qu'il diminuait d'intensité. D'après tous les renseignements que j'ai pu recueillir, le mouvement paraît s'être propagé dans la direction de l'est-nord-est à l'ouest-sud-ouest, c'est-à-dire parallèlement à la direction du système des chaînes transversales du Chili. Un fait semblable s'est manifesté dans la direction du tremblement de terre qui vers la fin de l'année 1859 détruisit une partie de la ville de Copiapo; enfin les crevasses qui se sont ouvertes sur le sol de Mendoza, et dont quelques-unes ont plus d'une lieue de longueur, suivent encore la même direction. Tous ces faits semblent indiquer une certaine tendance des mouvements actuels du sol à se manifester suivant des directions à peu près perpendiculaires à la chaîne des Andes. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Notice sur le tremblement de terre du 20 mars 1861 au Chili et de l'autre côté des Andes; par* **M. Ignace Domeyko.**

« Dans la nuit du 20 mars de cette année, à 9 heures moins 12 à 13 minutes, on a senti à Santiago un tremblement de terre qui m'a paru présenter des faits fort remarquables. D'abord il a été très-long, car il a duré 1 minute et 20 à 30 secondes; on ne sentait pas le sol osciller, comme il arrive lorsque le tremblement se prolonge plus de 15 secondes et produit quelques dégâts dans les édifices. On ne sentait pas de grandes secousses et on n'entendait pas les bruits qui accompagnent ordinairement les grands tremblements de terre au Chili. Tout le mouvement était un mouvement de vibration, continu et presque constant; les portes et les fenêtres qui étaient entr'ouvertes ou qui ne fermaient pas bien, battaient pendant tout ce temps d'une manière uniforme, et quelques tableaux suspendus sur les murailles oscillaient, produisant des oscillations à très-petites amplitudes. La petite cloche

de la paroisse que j'habite sonna aussi pendant quelques instants; et en général ce tremblement a produit une terreur panique dans les habitants de Santiago. Cependant ce tremblement n'a occasionné aucun malheur et n'a laissé aucune trace de son effet sur les édifices de cette capitale : pas une tuile dérangée de sa place, pas même de déchirures sur les papièrs qui couvrent les parois intérieures des maisons. Le même tremblement, accompagné des phénomènes analogues, s'est fait sentir dans la Cordillère de la côte et jusqu'au bord du Pacifique, à Valparaiso; mais il paraît qu'on ne l'a pas senti à plus de trente lieues de distance au nord ni au sud de Santiago.

» A la même heure, c'est-à-dire à 9 heures moins un quart aux horloges de la ville de Mendoza, située de l'autre côté des Andes et au pied de ces montagnes, bâtie, si je ne me trompe, sur le terrain de *l'argile pampéenne* (d'Orb.), et éloignée d'environ un degré et demi de longitude de Santiago, survint un tremblement de terre qui ne dura que 6 à 8 secondes, et dans ce court instant toute la ville fut entièrement ruinée, toutes les maisons croulées, ne laissant que des amas de décombres, au milieu desquels on ne cite qu'une colonne de l'église de Santo-Domingo et quelques débris des façades des églises de San-Francisco et San-Agustin qui sont restés debout. Un grand incendie, survenu immédiatement après dans les toitures des divers édifices affaissés, éclaira ce triste tableau de la ville ruinée où on n'entendait que des cris et des gémissements qui sortaient de dessous les décombres.

» Toutes les lettres et témoignages que nous recevons de Mendoza s'accordent à dire que ce fut au premier instant de la secousse que toutes les murailles ont croulé. Il a dû en être ainsi, puisque des familles entières ont péri sans qu'elles eussent le temps de franchir les portes des chambres où elles se trouvaient, et en général les maisons dans cette partie de l'Amérique sont disposées de manière que chaque pièce d'habitation s'ouvre dans les cours. On assure que plus de 6000 personnes de tout âge ont péri dans cette secousse, et qu'immédiatement après survint un choc dans le sens contraire, donnant suite aux oscillations du sol, tellement fortes, que les hommes qui se trouvaient dehors ne pouvaient pas se tenir sur leurs pieds, et comme dit un des témoins oculaires dans sa lettre, on voyait la lune et les étoiles descendre et monter dans le ciel. Il s'est ouvert un profond ravin dans le sol et il y eut une partie du terrain couverte de l'eau qui sortit de l'intérieur de la terre.

» On ne cesse de répéter que tout cela se passa dans 6 à 8 secondes; qu'il y

eut après un moment de calme et qu'ensuite la terre commença de nouveau à trembler et à osciller sans produire des chocs et secousses semblables aux premiers. Ces tremblements se répétèrent toutes les 10 à 15 minutes pendant toute la nuit et le jour suivant; puis ils devinrent moins fréquents et moins violents.

» Reste à noter que tous ces grands désastres produits par le tremblement du 20 mars ont été circonscrits aux limites de la ville et jusqu'à une lieue du centre. On cite quelques endroits à quatre ou cinq lieues de la ville qui ont eu aussi des maisons détruites; mais il est certain que ce tremblement ne s'est pas propagé jusqu'à San-Juan, ville située dans les mêmes conditions géologiques, au pied des Andes, et à une quarantaine de lieues au nord de Mendoza. En revanche, les secousses ont été très-fortes dans les Cordillères de Uspallata, situées entre Mendoza et Santiago, et il y a eu des éboulements et des fentes nouvellement ouvertes dans les rochers sur le chemin de communication entre ces deux villes.

» Voici donc un grand tremblement de terre qui s'est propagé de l'est à l'ouest, transversalement à la chaîne des Andes; tremblement qui secoua dans un même instant tout le massif de ces montagnes, depuis les *pampas* jusqu'au Pacifique, à l'endroit même où les Andes s'élèvent au maximum de leur altitude et se trouvent dominés par le Tupungato et par l'Aconcagua qui est le point culminant de l'hémisphère méridional. Le centre de commotion eut lieu cette fois de l'autre côté des Cordillères, contrairement à ce que j'ai observé depuis vingt-deux ans que j'habite le Chili, où les tremblements de terre sont plus fréquents et plus forts que du côté opposé des Andes. »

GÉOMÉTRIE ANALYTIQUE. — *Description des lignes de courbure des surfaces du second ordre; par* M. l'abbé **Aoust**. (Présenté, au nom de M. Le Verrier, par M. le Maréchal Vaillant.)

« Théorème. — 1° Si l'on mène deux sphères égales doublement tangentes à un ellipsoïde, telles, que leurs centres soient situés sur l'un des trois axes et que leur rayon soit moyen proportionnel entre les deux rayons principaux de courbure de l'ellipsoïde menés à l'extrémité de cet axe, toutes les surfaces de révolution du second ordre autour du même axe, et tangentes à ces deux sphères, déterminent, par leur intersection avec l'ellipsoïde, les deux systèmes des lignes de courbure de cette surface. 2° Si l'on mène les deux plans perpendiculaires à l'axe, contenant chacun l'une des cordes de

contact de l'ellipsoïde avec les deux sphères, les surfaces de révolution dont les contacts avec les deux sphères sont situés entre les deux plans déterminent toutes les lignes de courbure d'un système, et celles dont les contacts sont situés hors des deux plans déterminent toutes les lignes de courbure de l'autre système.

» Il y a trois manières d'obtenir les lignes de courbure de l'ellipsoïde par son intersection avec des surfaces de révolution du second ordre, suivant que l'on prend pour axe de révolution de ces surfaces l'un des trois axes de l'ellipsoïde.

» *Surfaces de révolution autour du grand axe.* — Soient r_1, r_2 les deux rayons de courbure principaux menés à l'extrémité du grand axe de l'ellipsoïde, α_1, α_2 les distances des deux centres de courbure au centre de l'ellipsoïde. Le rayon des sphères doublement tangentes à cette surface sera $r = \sqrt{r_1 r_2}$; la distance de leurs centres au centre de l'ellipsoïde sera $\alpha = \sqrt{\alpha_1 \alpha_2}$; elles sont tangentes intérieurement à l'ellipsoïde aux deux points ombilicaux symétriques par rapport au grand axe; elles peuvent être ou extérieures l'une à l'autre, ou tangentes extérieurement, ou sécantes.

» Dans le premier cas, l'ensemble des surfaces de révolution tangentes aux deux sphères se compose des groupes suivants : 1° Hyperboloïdes à deux nappes, commençant par le plan qui contient l'axe moyen et le petit axe de l'ellipsoïde, et finissant par le cône circonscrit aux deux sphères. Les hyperboloïdes de ce groupe sont d'abord tangents imaginairement, et ensuite réellement aux deux sphères. 2° Hyperboloïdes à une nappe, tangents réellement aux deux sphères. Ce groupe se termine par le cylindre circonscrit aux deux sphères. 3° Ellipsoïdes tangents réellement aux deux sphères. La courbe méridienne est une ellipse dont le grand axe est décroissant à partir de l'infini, et devient égal au grand axe de l'ellipsoïde proposé, tandis que le petit axe est croissant à partir du rayon des sphères et devient égal au petit axe de l'ellipsoïde proposé. 4° Ellipsoïdes tangents d'abord réellement, et ensuite imaginairement aux deux sphères. Leur courbe méridienne est une ellipse d'abord plus petite que la plus grande section principale de l'ellipsoïde donné, puis égale à cette section, et enfin de plus en plus grande.

» Les surfaces des trois premiers groupes déterminent les lignes de courbure du premier système, c'est-à-dire celles qui se projettent suivant des hyperboles sur le plus grand plan principal de l'ellipsoïde proposé.

Les surfaces du quatrième groupe déterminent les lignes de courbure du second système.

» Lorsque les sphères sont tangentes entre elles ou sécantes, le premier groupe se réduit au plan tangent aux deux sphères en leur point de contact, ou au plan qui passe par le cercle de leur intersection commune, en ne prenant du plan que la partie extérieure au cercle. Les autres groupes ne sont pas altérés. On doit remarquer que, dans le cas où les deux sphères se coupent, il y a un nouveau groupe d'ellipsoïdes de révolution qui sont tangents aux deux sphères; mais, comme ils sont intérieurs à ces deux sphères, ils ne concourent pas à la formation des lignes de courbure.

» *Surfaces de révolution autour du petit axe.* — Les deux sphères construites d'après les conditions du théorème sont réelles et se coupent nécessairement. L'ellipsoïde donné est tangent intérieurement à chacune des deux sphères aux deux ombilics symétriques par rapport au petit axe. Il n'y a pas lieu de considérer les surfaces de révolution circonscrites aux deux sphères, mais seulement celles qui leur sont inscrites. Cette série du genre ellipsoïdal peut être partagée en deux groupes. Le premier, comprenant tous les ellipsoïdes de révolution dont l'ellipse méridienne est telle, que l'un de ses axes (celui autour duquel se fait la révolution) est croissant à partir de zéro, se trouve toujours moindre que le petit axe de l'ellipsoïde proposé, et finit par lui être égal, tandis que l'autre axe est décroissant à partir du rayon du cercle d'intersection des deux sphères, reste toujours plus grand que le grand axe de l'ellipsoïde et finit par lui être égal. Le second groupe se compose d'ellipsoïdes dont la courbe méridienne est une ellipse telle, que l'axe autour duquel se fait la révolution est successivement croissant et décroissant, reste plus grand que le petit axe de l'ellipsoïde donné, et l'atteint à la limite, tandis que l'autre axe est toujours décroissant, plus grand que l'axe moyen de l'ellipsoïde, et l'atteint à la limite. Lorsque l'ellipse méridienne a ses deux axes moindres que ceux de la section principale moyenne, les surfaces de révolution ne coupent plus l'ellipsoïde, mais lui sont intérieures.

» Les surfaces de révolution du premier groupe déterminent les lignes de courbure du second système. Les surfaces de révolution du second groupe déterminent les surfaces de révolution du premier système.

» *Surfaces de révolution autour de l'axe moyen.* — Si l'on veut construire, d'après les conditions du théorème, les deux sphères doublement tangentes à l'ellipsoïde, et ayant leurs centres sur l'axe moyen, on trouve qu'elles sont imaginaires. Mais les surfaces de révolution tangentes à ces deux

sphères imaginaires n'en sont pas moins réelles, d'après ce théorème de géométrie de symbolique qu'il existe un nombre infini de coniques réelles doublement tangentes à deux cercles imaginaires conjugués. En appliquant à ces deux sphères en quelque sorte algébriques les procédés géométriques, qui sont aussi simples que puissants, on obtient sans difficulté les trois groupes suivants de surfaces de révolution du second ordre qui leur sont tangentes : 1° Ellipsoïdes, dont l'ellipse méridienne est telle, que ses deux axes sont toujours croissants; celui, autour duquel se fait la révolution, croît à partir de l'axe moyen de l'ellipsoïde jusqu'à l'infini, et l'autre depuis le petit axe de l'ellipsoïde jusqu'au rayon réel de la sphère tangente. 2° Hyperboloïdes à une nappe. L'axe imaginaire de l'hyperbole méridienne est décroissant depuis l'infini jusqu'à zéro; et l'axe réel est croissant depuis le rayon de la sphère tangente jusqu'à une longueur égale à la distance du centre de l'ellipsoïde aux ombilics. 3° Ellipsoïdes dont l'ellipse méridienne est telle, que l'axe qui coïncide avec l'axe de révolution croît depuis zéro jusqu'à l'axe moyen de l'ellipsoïde proposé, tandis que l'autre axe croît depuis une longueur égale à la distance du centre de l'ellipsoïde à l'un des ombilics jusqu'à une longueur égale au grand axe de l'ellipsoïde.

» Les surfaces de révolution des deux premiers groupes déterminent les lignes de courbure du premier système, et les surfaces de révolution du troisième groupe déterminent les lignes de courbure du second système.

» On trouverait de la même manière les surfaces de révolution qui, par leurs intersections avec l'hyperboloïde à une nappe et avec l'hyperboloïde à deux nappes, déterminent les lignes de courbure de ces deux surfaces. L'hyperboloïde à une nappe a trois systèmes de sphères imaginaires qui lui sont doublement tangentes. L'hyperboloïde à deux nappes possède deux systèmes de sphères réelles et un système de deux sphères imaginaires. En menant toutes les surfaces de révolution autour de la ligne qui joint les centres des sphères d'un système, par la condition que ces surfaces du second ordre soient tangentes aux deux sphères réelles ou imaginaires, on détermine les lignes de courbure de la surface. »

MÉTALLURGIE. — *Travaux de divers savants relatifs à la composition de l'acier; Lettre de* **M. Caron.**

« Je remercie M. le Secrétaire perpétuel d'avoir bien voulu autoriser l'impression de la Note que j'ai lue dans la dernière séance de l'Académie.

Je regrette seulement que la suppression de quelques noms (1) puisse me faire supposer l'intention de m'attribuer l'antériorité du dosage de l'ammoniaque dans les analyses d'acier. Mon unique prétention est d'avoir confirmé par mes expériences les résultats d'analyses publiés par MM. Marchand, Schafthaütl, Boussingault, Bouis, etc., et d'avoir constaté comme ces savants que la quantité d'azote trouvée jusqu'ici dans les aciers peut être considérée comme négligeable. »

La séance est levée à 5 heures trois quarts. É. D. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu dans la séance du 3 juin 1861 les ouvrages dont voici les titres :

Sur la théorie de la lune. Lettres de M. J. Plana à M. John W. Lubbock. Turin, 1860; in-4°.

Mémoire sur l'intégration des équations différentielles relatives au mouvement des comètes, établies suivant l'hypothèse de la force répulsive définie par M. Faye et suivant l'hypothèse d'un milieu résistant; par le même. Turin, 1861; in-4°.

Traité de Chirurgie navale; par Louis SAUREL. Paris, 1861; 1 vol. in-8°. (Commission des prix de Médecine et de Chirurgie.)

De la suette miliaire et de son traitement. Epidémie de suette à Draguignan (Var); par le Dr GIRAUD, de Seillans. Nice, 1861; in-8°. (Commission des prix de Médecine et de Chirurgie.)

Du Typhus épidémique et histoire médicale des épidémies de typhus observées au bagne de Toulon en 1855 *et* 1856*; par* le Dr A. BARALLIER. Paris, 1861; 1 vol. in-8°. (Commission des prix de Médecine et de Chirurgie.)

Plombières et ses environs; par Edouard LEMOINE. Paris, 1859; 1 vol. in-12.

Eaux de Plombières; par le Dr L. TURK. Paris, 1861; br. in-12; 2 ex.

Eléments de Minéralogie et de Géologie; par A. LEYMARIE. Paris et Toulouse, 1861; 1 vol. in-12.

Les couches en forme de C dans les Alpes; par M. B. STUDER; br. in-8°.

Notice cosmologique avec planche; par M. LENGLET. Douai, 1861; br. in-4°.

---

(1) Page 1064, deuxième ligne.

Société de prévoyance des pharmaciens. Assemblée générale du 27 mars 1861, Paris, 1861; br. in-8°.

Recht und Rechtspflege... *Droit et coutumes de Prusse considérés dans un cas particulier; par* M. Julius FREESE. Berlin, 1858; fascicule in-8°.

PUBLICATIONS PÉRIODIQUES REÇUES PAR L'ACADÉMIE PENDANT LE MOIS DE MAI 1861.

Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des Sciences; 1er semestre 1861, nos 18, 19, 20 et 21; in-4°.

Annales de l'Agriculture française; n° 8.

Annales forestières et métallurgiques; avril 1861; in-8°.

Cosmos. Revue encyclopédique hebdomadaire des progrès des Sciences et de leurs applications aux Arts et à l'Industrie; t. XVIII de 1861; 19 et 20e livraisons; in-4°.

Journal des Connaissances médicales et pharmaceutiques; n° 13 de 1861.

La Culture; n° 22.

L'Agriculteur praticien; 3e série, n° 14; in-8°.

Le Moniteur scientifique du chimiste et du manufacturier; 105 et 106e livr.; in-4°.

Nouvelles Annales de Mathématiques; juin 1861; in-8°.

Presse scientifique des deux mondes; n° 10; in-8°.

Répertoire de Pharmacie; mai 1861; in-8°.

Gazette médicale de Paris; nos 19 et 20; in-4°.

L'Abeille médicale; n° 19.

La Lumière. Revue de la Photographie; n° 9, 1861.

La Science pittoresque; n° 53.

La Science pour tous; nos 23 et 24.

ERRATA.

(Séance du 27 mai 1861.)

Page 1062, avant-dernière ligne en remontant, le nom de M. Liouville a été écrit par erreur au lieu de celui de M. Passy. D'après les résultats du scrutin, la *Commission du prix de Statistique* se compose de MM. Bienaymé, Dupin, Mathieu, Boussingault et Passy.